

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**Дніпровський національний університет залізничного
транспорту імені академіка В. Лазаряна**

Кафедра «Автоматика та телекомунікації»

**«ДО ЗАХИСТУ»
Завідувач кафедри**

_____ Гаврилюк В.І.
(підпис)
201__ р. _____ «_____»

ДИПЛОМНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітня професійна програма «Автоматика та автоматизація на
транспорті»

Тема: Удосконалення систем автоматизації сортувальної гірки

Theme: Improvement the systems for automation of the sorting railway yard

Керівник дипломної роботи

доцент Гончаров К.В.

Студент групи

АТ1926

Кузневич Є. В.

Student

Kuznevych Yevhen

Дніпро –2020

**Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна**

Кафедра АТ

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри

Гаврилюк В.І.

« ____ » _____ 201__ р.

**ЗАВДАННЯ
до випускної магістерської роботи**

Кузневич Євген Васильович

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення систем автоматизації роботи сортувальної гірки

Затверджена наказом по університету № 798 від « 18 » 10 2019 р.

2. Термін подання студентом закінченої роботи 14.10.2020

3. Вихідні дані до роботи Сортувальна гірка на 3 гальмівних позиції та 25 колії

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва розділу	Обсяг %	Кількість креслень
1. Огляд існуючих систем автоматизації сортувальної гірки	25	-
2. Розробка мікропроцесорної системи гіркової автоматичної централізації	50	4
3. Розробка об'єктних контролерів для мікропроцесорної системи ГАЦ	75	6
4. Розробка контролера вершини гірки	100	4

Студент

Науковий керівник

РЕФЕРАТ

Зведення про обсяг пояснювальної записки: 82 сторінок, 39 рисунків, 12 джерел літератури.

Ключові слова: гіркова централізація, контролери, стрілки, точкові датчики, контроль головної зони. Задачею даної магістерської роботи є розробка методів та засобів удосконалення систем автоматизації сортувальної гірки.

В першому розділі роботи було проведено аналіз систем гіркової автоматичної централізації, які застосовуються на залізницях України. Метою аналізу було визначення ступеня використання засобів обчислювальної техніки в існуючих системах.

В другому розділі була розроблена структурна схема та алгоритм роботи мікропроцесорної гіркової автоматичної централізації ГАЦ-МД. Також розглянуті питання резервування та дублювання елементної бази розробленого мікропроцесорного комплексу.

В третьому розділі розроблені структурні та принципові схеми, а також алгоритми роботи об'єктних контролерів рейкових кіл та стрілок. Виконаний розрахунок необхідної кількості об'єктних контролерів рейкових кіл для вибраної сортувальної гірки.

В четвертому розділі розроблена структура, алгоритм роботи та принципова схема контролера вершини гірки. Також проведено аналіз існуючих точкових колійних датчиків для побудови мікропроцесорної ГАЦ та був обраний датчик ДПД-01 для обладнання гірки апаратурою розробленої мікропроцесорної гіркової автоматичної централізації ГАЦ-МД.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ СОРТУВАЛЬНОЇ ГІРКИ .	7
1.1 Загальні поняття про сортувальні гірки	7
1.2. Класифікація систем автоматизації сортувальної гірки	11
1.3. Блочна гіркова автоматична централізація (БГАЦ)	12
1.4. Гіркова автоматична централізація з контролем розпуску (ГАЦ-КР).....	16
1.5. Система мікропроцесорної гіркової автоматичної централізації (ГАЦ МН)	20
1.6. MSR 32«Сіменс»	22
1.7. Постановка задач та мета дослідження	25
1.8. Висновки до першого розділу	25
2 РОЗРОБКА МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ ГІРКОВОЇ АВТОМАТИЧНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ	27
2.1 Оснащення та характеристика сортувальної гірки	27
2.2 Структура та принцип дії мікропроцесорної гіркової автоматичної централізації	29
2.3 Вибір системи резервування	31
2.4. Алгоритм роботи мікропроцесорної ГАЦ	33
2.5 Висновки до другого розділу	35
3 РОЗРОБКА ОБ'ЄКТНИХ КОНТРОЛЕРІВ ДЛЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ ГАЦ	36
3.1. Принципи побудови безпечних схем сполучення мікропроцесорних та релейних пристроїв	36
3.2 Розробка контролера рейкових кіл.....	40
3.2.1 Структура та принцип дії контролера	40
3.2.2 Опис принципової схеми контролера	42
3.3 Розробка безконтактної схеми управління стрілкою	43
3.3.1 Огляд існуючих схем управління стрілками гіркової автоматичної централізації	43
3.3.2 Структура та принцип дії безконтактної схеми управління стрілкою .	49

3.3.3	Опис принципової схеми управління стрілкою.....	52
3.4.	Висновки до третього розділу	54
4	РОЗРОБКА КОНТРОЛЕРА ВЕРШИНИ ГІРКИ	55
4.1.	Структура та принцип дії контролера.....	55
4.2.	Алгоритм роботи контролера вершини гірки	56
4.3.	Огляд існуючих точкових колійних датчиків	60
4.3.1.	Класифікація точкових колійних датчиків.....	60
4.3.2.	Індукційний датчик ПБМ-56	61
4.3.3.	Трансформаторний датчик ДП 50-80	63
4.3.4.	Датчик позиційний диференційний ДПД-01	65
4.4.	Розробка принципової схеми контролера вершини гірки	67
4.5	Система передачі даних.....	69
4.5.1	Огляд існуючих інтерфейсів для побудови промислових мереж передачі даних	69
4.5.2	CAN-інтерфейс.....	75
4.6	Висновки до четвертого розділу	78
	ВИСНОВКИ.....	80
	СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	82

ВСТУП

Основним засобом підвищення пропускної здатності та перероблюючої спроможності залізничних станцій, забезпечення безпеки руху поїздів є телемеханічні пристрої електричної централізації.

Головне призначення сортувальної станції полягає в прийомі поїздів, що підлягають розформуванню, розформування складів шляхом відчеплення їх на групи вагонів і спрямування кожної на певні колії, на яких складаються поїзда нових призначень з подальшим відправленням їх за маршрутом.

Удосконалення управлінської діяльності має йти в двох основних напрямках: підвищення значущості маршрутизованих перевезень, що призводять до мінімізації числа переробок вагонів на маршруті проходження, і впровадження комплексної автоматизації процесу розформування - формування складів безпосередньо на сортувальних станціях.

Сортувальні гірки відіграють важливу роль у скороченні простоїв вагонів, забезпечення їх зберігання. Тому в сучасних умовах, коли на перше місце виходять якісні показники роботи залізничного транспорту, роль сортувальної гірки не тільки не знизилась, але ще більше зросла, не дивлячись на помітне зменшення обсягів роботи. Від того, наскільки ефективно функціонують механізовані й автоматизовані сортувальні гіркові комплекси, залежать підсумки роботи всієї мережі залізниць.

Останні 20 років ведеться активне впровадження мікропроцесорних систем на залізницях світу. Досвід експлуатації перших систем мікропроцесорної централізації на залізницях світу показав їх експлуатаційні та технічні переваги над релейними системами. Враховуючи швидкі темпи розвитку та вдосконалення мікроелектронної та мікропроцесорної техніки, зменшення її вартості, можна стверджувати, що з часом мікропроцесорні централізації стануть основними системами станційної автоматики.

1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ СОРТУВАЛЬНОЇ ГІРКИ

1.1 Загальні поняття про сортувальні гірки

Основною роботою сортувальних станцій є розформування і формування поїздів, крім того, на них виконуються всі операції, що і на дільничних станціях.

Для виконання операцій з поїздами передбачають парки приймання поїздів, що надходять в перероблення, парки відправлення сформованих поїздів, а також окремі парки та шляхи для приймання і відправлення транзитних вантажних поїздів.

Парки приймання, сортування та відправлення спільно з гіркою і витяжними шляхами утворюють сортувальну систему (або комплект).

Сортувальні станції бувають плоскі або без гіркові (коли вагони перетягуються тільки за допомогою тепловозів), з гіркою (коли вагони або їх зчіпки «спускають з гори» і далі, через стрілочні вулиці та пости гальмування, вони самі котяться до потрібного складу), і станції, на яких прискорення вагонам надає природний ухил шляхів [1].

Переважає більшість сортувальних станцій має одну сортувальну систему (вагони рухаються в одному напрямку і в сортувальному парку переробляють вагони як парного, так і непарного напрямків), можливі дві системи (кожна система переробляє вагони певного напрямку), або кілька сортувальних систем. Переробна здатність односторонніх сортувальних станцій сягає 6000 вагонів на добу. При необхідності збільшення переробної спроможності рекомендується споруджувати двосторонні станції.

Основними елементами сортувальної гірки є насувна частина, перевальна частина (горб гірки), спускна частина і підгірковий сортувальний парк (рис.1.1). Гіркова горловина складається з головної, спускної частини і пучків. В кожному пучку має бути не більше 3 розділових стрілок. В кожному маршруті має бути не більше 6 розділових стрілок (без урахування пошерсних).

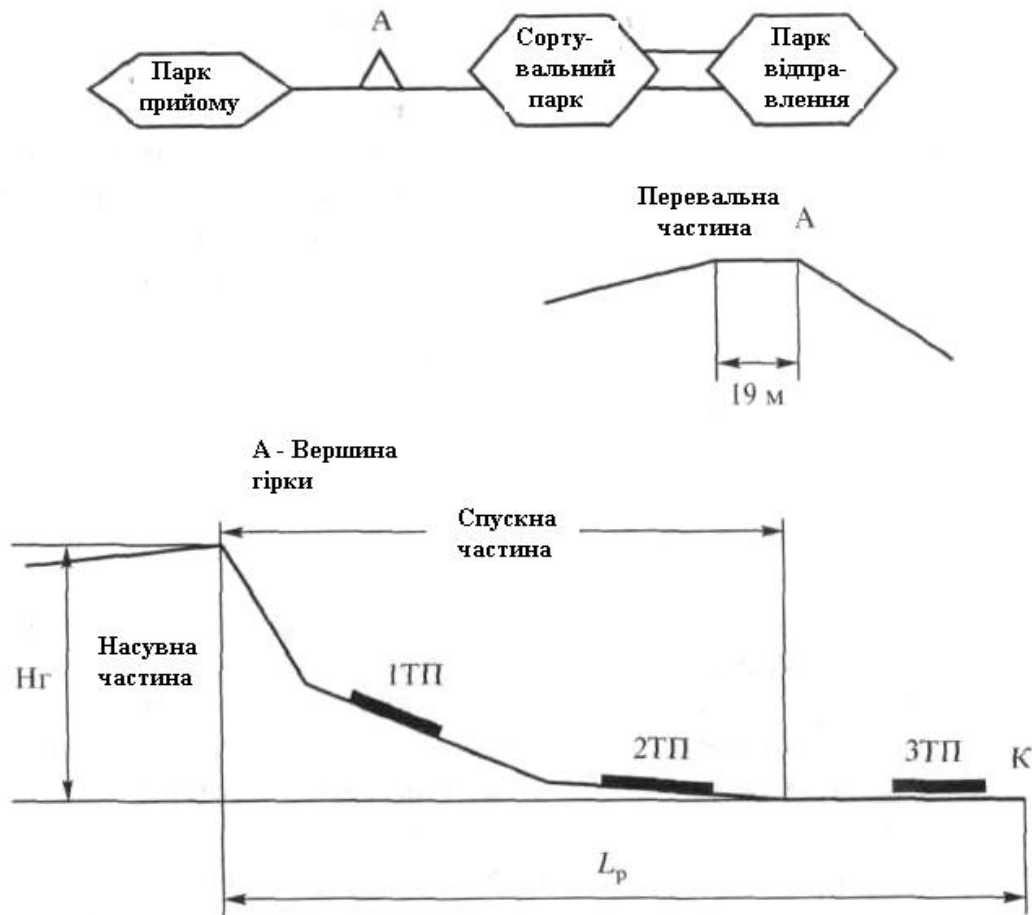


Рис. 1.1 Структура сортувальної гірки

Вагони, що підлягають розформуванню, насуваються маневровим локомотивом з парку прийому на горб гірки, найвищу точку яку називають вершиною гірки, де вони розчіплюються на окремі групи вагонів (відчепи). Звідси починається автономне скочування вагонів під дією власної ваги по спускній частини гірки на певні шляхи СП. Останній часто називають підгіркового парком [2].

Насувна частина гірки призначена для переміщення вагонів до вершини гірки з ПП і підготовки їх до вільного скочування. На насувній частині розміщуються шляхи з'єднання ПП з гірковою горловиною (шлях насування) довжиною, як правило, 200-600 м і частина ПП, що примикає до гірки.

Насувна частина гірки забезпечує зрушення з місця важкого складу одним гірковим локомотивом, коли перший вагон потягу знаходиться на

вершині гірки, а також запобігає скочуванню вагонів в разі термінового припинення розпуску. Для виконання цих функцій, а також для здійснення оптимального темпу розпуску, насувній частині надається певний профіль, характерною особливістю якого являється наявність безпосередньо перед горбом гірки проти ухилу, який сприяє стисненню поїзда для виконання наступної операції - відчепити вагонів.

Перевальна частина часто називається горбом СГ і представляє елемент, на якому відбувається поєднання за допомогою вертикальних кривих проти ухилами насувної частини і швидкісного ухилу спускної частини. Кордон двох суміжних вертикальних кривих, точка А, називається вершиною гірки. Найменший радіус вертикальної кривої 350 м.

Основною функцією перевальної частини гірки є забезпечення плавного переходу вагона на спускову частину гірки таким чином, щоб не допускати при цьому самовідчеплення вагонів в відчепі. Під відчепом розуміється в загальному випадку група вагонів, з'єднаних автосцепкою. Відчеп може бути як одно вагонним так і багато вагонним. Для виключення самовідчеплення в межах перевальної частини між суміжними вертикальними кривими влаштовується горизонтальний майданчик.

Спускна частина гірки (рис. 1.1) служить для відриву вагонів від складу і їх швидкого переміщення з безпечними інтервалами. При цьому швидкість в'їзду відчепів на гальмівні позиції в штатних ситуаціях не повинна перевищувати допустимої, встановленої для кожного типу сповільнювачів (як правило, ця величина не більше 8,5 м / с).

Висота спускної частини (відстань по вертикалі між вершиною гірки і горизонтальної прямої, проведеної через розрахункову точку) називається висотою гірки. Проектна висота гірки повинна визначатися за умовами пробігу поганого бігуна в несприятливих умовах від вершини гірки до розрахункової точки. На спускній частині гірки розташовують гальмівні позиції, на яких здійснюється гальмування відчепів.

Призначенням сортувальних гірок є переробка поїздів, що містить у собі наступні технологічні операції: насув, розпуск і відтягування (осаджування) составів, а також осаджування вагонів на коліях сортувального парку. Додатково може виникнути необхідність перестановки вагонів локомотивом при скочуванні їх не на потрібну колію, а також при пропуску через гірку рухомого складу, конструкція якого не допускає скочування. Після виконання зазначених операцій із поїздом гірковий локомотив повертається в парк прибуття.

Швидкість розпуску состава повинна змінюватися залежно від довжини відчепу, розташування стрілки поділу маршрутів чергових відчепів і сполучення їхніх ходових властивостей.

Відчепи з поганими ходовими властивостями гальмувати сповільнювачами не можна щоб уникнути зупинки відчепів на спускній частині гірки. Для їхнього просування по коліях сортувального парку в цьому випадку використовують локомотив, що затримує розпуск. Для попередження нагонів відчепи з гарними ходовими властивостями необхідно гальмувати. При високій швидкості розпуску їх можуть доганяти не загальмовані відчепи, що мають погані ходові властивості, тому швидкість розпуску знижують, коли за відчепом поганими ходовими властивостями слідує відчеп з гарними, а за ним - відчеп поганими.

Швидкість розпуску чергового відчепа можна змінювати не раніше відділення від состава попереднього; закінчувати регулювання швидкості необхідно до відриву даного відчепу, причому, при збільшенні швидкості повинне виключатися зчеплення состава з відчепом, що відокремився. Можливості регулювання швидкості розпуску обмежують гальмові й тягові характеристики гіркових локомотивів, у якості яких звичайно використовують порівняно малопотужні маневрові тепловози. Є позитивний досвід використання для насуву й розпуску поїзні локомотиви. Однак реалізація змінної швидкості розпуску ефективна тільки в умовах автоматизації управління гірковими локомотивами.

Для оцінки можливості розміщення вагонів чергового поїзду в сортувальному парку кожному його колію необхідно обладнати лічильником числа

вагонів, показання якого повинні вимірюватися в моменти надходження або прибирання вагонів в обох кінцях колії.

1.2 Класифікація систем автоматизації сортувальної гірки

Сортувальні гірки є основними спорудами по розформуванню і формуванню составів на сортувальних станціях. Гіркова автоматична централізація (ГАЦ) призначена для автоматичного переведення стрілок розподільної зони по маршрутах прямування відчепів в процесі скачування. На механізованих і автоматизованих сортувальних гірках централізують всі стрілки розподільної зони, сигнали і сповільнювачі з управлінням ними з одного гіркового поста. Перед вершиною гірки встановлюють гірковий світлофор з маршрутним показчиком, а у разі потреби - повторювач гіркових світлофорів.

Загальними системами розформування составів на сортувальних гірках є локальні і комплексні автоматичні системи [3].

До локальних систем відносяться гіркова автоматична централізація (ГАЦ), блочна гіркова автоматична централізація (БГАЦ) і гіркова автоматична централізація з контролем розпуску (ГАЦКР), гіркові програмно-задаючі пристрої із застосуванням відео терміналу (ГПЗУ-В), автоматичне регулювання швидкості скачування відчепів (АРС), автоматичне завдання швидкості розпуску (АЗСР), телекерування гірковим локомотивом (ТГЛ), автоматизована система управління маршрутами руху (АСУМД) на базі мікропроцесора СМ-1800 [3].

До комплексних систем відносяться комплекс гірковий мікропроцесорний (КГМ-РИИЖТ) на базі мікропроцесорної техніки КТС-ЛИУС-2 і система управління розформуванням составів на гірках сортувальних станцій (АСУ-РСГ) із застосуванням міні-ЕОМ СМ-2.

Пристрої ГАЦ здійснюють автоматичне переведення стрілок по заданому маршруту, ГАЦКР і АСУМД доповнені розширеними функціями контролю правильності розпуску составів з видачею даних про виконаний

розпуск на кожен колію з позначкою допущених відхилень («чужаків»). Пристрої ГПЗУ-В зберігають в пам'яті, програми розпуску на декілька составів, реалізують їх через пристрої ГАЦ з відображенням ходу розпуску на екрані відео терміналу. Система АРС автоматично керує вагонними сповільнювачами в залежності від заданої швидкості виходу відчепів з гальмівних позицій.

У системі АЗСР виконується автоматичний розрахунок швидкості розпуску для кожного відчепа, видача індикації цієї швидкості, на гірковий світлофор і передача її в пристрої ТГЛ для автоматичного, або за даними що вводить машиніст з пульта керування гірковим локомотивом, регулювання швидкості.

Комплексні системи КГМ-РИИЖТ і АСУ-РСГ включають в себе функції локальних систем по всьому комплексу управління процесом розпуску составів. Локальні системи ГАЦКР, ГПЗУ-В, АСУМД і комплексні системи АСУ-РСГ і КГМ-РИИЖТ функціонально зв'язані з автоматичною системою керування сортувальною станцією (АСУСС).

1.3 Блочна гіркова автоматична централізація (БГАЦ)

Блочна гіркова автоматична централізація (БГАЦ) призначена для автоматичного переведення стрілок розподільної зони по маршрутах прямування відчепів в процесі скачування. На механізованих і автоматизованих сортувальних гірках централізують всі стрілки розподільної зони, сигнали і сповільнювачі з управлінням ними з одного гіркового поста. Перед вершиною гірки встановлюють гірковий світлофор з маршрутним показником, а у разі потреби - повторювач гіркових світлофорів. Застосовують дві системи централізації

Електричні системи БГАЦ монтуються з використанням типових блоків, що містять у собі реле РКН. Трансляція завдань в даній системі виконується за допомогою блоків I – IV типу, які з'єднуються електричними лініями по плану гіркової горловини (рис. 1.2).

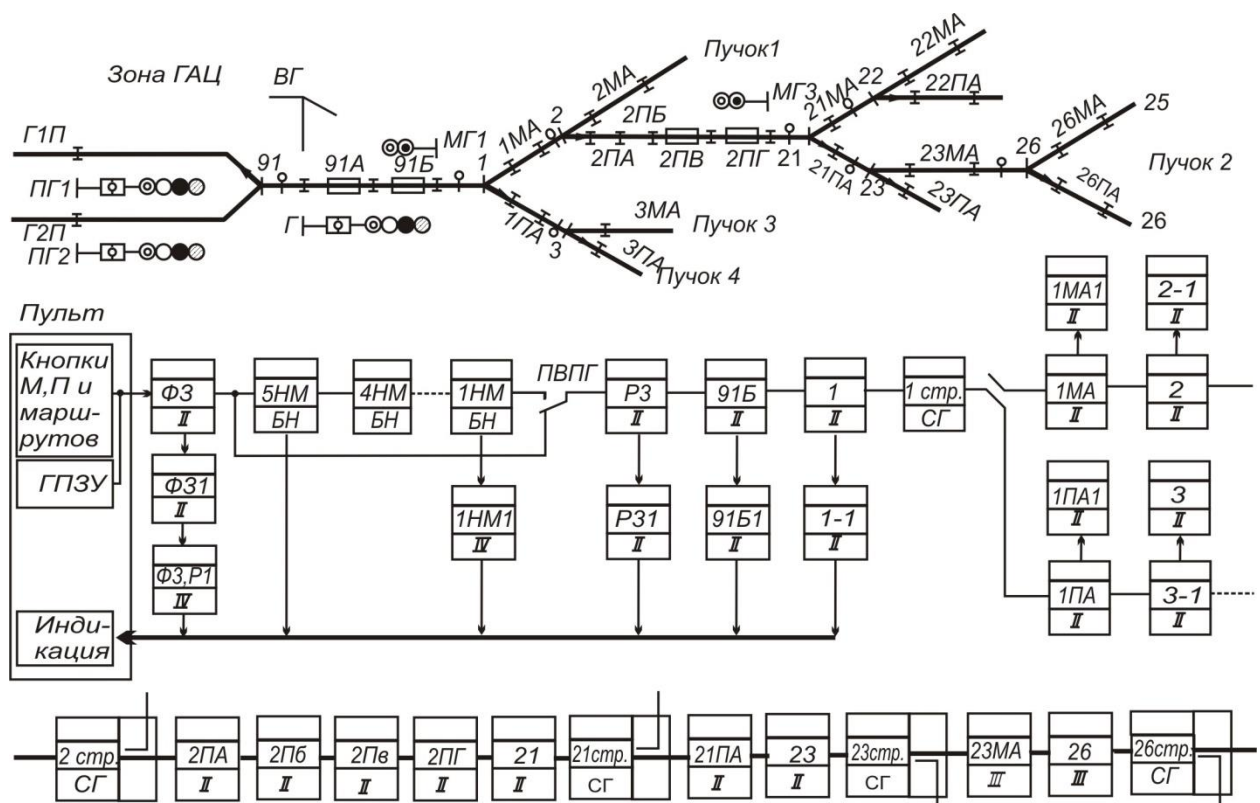


Рис. 1.2 Структурна схема БГАЦ

Блоки трансляції завдань (ТЗ) призначені для стеження за просуванням відчепів по стрілочних і між стрілочних секціях, передачі маршрутних завдань від стрілки до стрілки, а також розшифровки команд для переведення стрілок по маршруту скочування відчепа. Блоки ТЗ встановлюють на кожен ізольовану секцію і з'єднують між собою за планом розподільної зони підгіркового парку. Кожен блок ТЗ позначають номерами стрілочних або без стрілочних секцій.

На рис. 1.2 приведено колійний розвиток підгіркового парку і приклад з'єднання блоків трансляції для одного маршруту. Для трансляції завдань використовують блоки типу II, а для розшифровки команд стрілками блоки типів IV. На ізольовані ділянки останньої стрілки встановлюються кінцеві блоки трансляції типу III. Через недостатню ємність блоків типу II для трансляції завдань зазвичай застосовують два паралельно включених блоки на кожен секцію маршруту. Один блок (верхній на схемі) транслює номер шляху, а другий (нижній на схемі) номер пучка. Безпосереднє управління стрілками здійснюється за допомогою блоків типу СГ.

Під час розпуску складу відчепа слідує один за одним з невеликими інтервалами. Тому для кожного наступного відчепа можна переводити тільки ті стрілки, які вже пройдені і звільнені переднім відчепом. Безперервне спостереження за рухом кожного відчепа здійснюється за допомогою коротких рейкових кіл (як на самих стрілках, так і між ними), з якими пов'язані блоки трансляції завдань.

Маршрутне завдання від однієї стрілки до іншої передається тільки при вільності блоків від завдання, що йде попереду відчепа. У кожному блоці може перебувати тільки одне завдання і зберігатися в ньому до тих пір, поки відчеп не пройде по секції, до якої відноситься блок. Після цього маршрутне завдання в блоці скидається і в блок який звільнився може надійти нове завдання для наступного відчепа [3].

Система БГАЦ дозволяє операторові працювати в трьох режимах: автоматичному, маршрутному і програмному. Крім того, допускається можливість індивідуального керування стрілками. Нормальному (плюсовому) положенню гіркової стрілки повинен відповідати поворот за годинниковою стрілкою її рукоятки на пульті, що вказують стрілкою на плані горловини. Для переходу з ручного на маршрутний, програмний або автоматичний режим стрілочні рукоятки встановлюють в середні положення. При цьому на пульті загоряється надпис "ГАЦ".

Програмний режим дозволяє, до розпуску состава з гірки, за допомогою накопичувача, виконувати попередній набір маршрутів для 5-35 відчепів (в залежності від кількості ступенів накопичувача). Корегування або добір маршрутів можливі в процесі розпуску состава. Маршрути набирає оператор натисненням відповідних кнопок на гірковому пульті або вони передаються з обчислювального центру. Ці накази сприймає набірна група блоків і накопичувач, звідки передаються в стрілочні блоки для виконання. Стрілки, що входять в даний маршрут, переводяться послідовно під впливом дії відчепів, що скачуються на колії, педалі та іншу апаратуру. Набір програми розпуску составів, в якій встановлюється на яку підгіркову колію повинен слідувати

кожен черговий відцеп, виконується по натурному листу потяга за допомогою дисплея. Набрана програма висвічується на екрані, що дозволяє операторові контролювати правильність набору і при необхідності корегувати програму. В процесі розпуску команди на установку стрілочного маршруту для кожного відчепа з дисплея вводяться в ГДЦ для виконання.

Маршрутний режим дозволяє задавати маршрут для кожного чергового відчепа безпосередньо перед його скачуванням з гірки, натисненням кнопки відповідної номеру підгіркової колії. Виконується маршрут автоматично під впливом вагону. У маршрутному режимі всі стрілочні рукоятки встановлюють в середнє положення, що фіксується загорянням транспаранта «ГАЦ включена». Оператор натискає кнопку «Маршрутний» («М»), після чого забезпечується можливість введення завдання на установку маршруту натисненням кнопки номера пучка і номера колії в пучку (або однієї кнопки номера колії). Номер маршруту, що вводиться, фіксується горінням цифрових індикаторних ламп. Переведення стрілок для подальшого відчепа здійснюється автоматично при його вступі на попередню стрілку. При вході відчепа в зону II ТП, загорається і горить до його вступу на підгіркову колію, транспарант з номером колії прослідкування відчепа. Оператор може втрутитися в роботу ГАЦ шляхом установки будь-якої стрілочної рукоятки в одне з крайніх положень, внаслідок чого автоматично відміняється маршрутне завдання системи БГАЦ для даного відчепа. Оператор може відмінити маршрутне завдання черговому відцепу натисненням кнопки «В» або замінити його, натиснувши і утримуючи кнопку «З», а потім встановивши необхідний маршрут відповідними маршрутними кнопками.

У автоматичному режимі, гірковий програмно-задаючий пристрій (ГПЗУ) запам'ятовує передану по телетайпу або з ЕОМ інформацію про усі состави, що знаходяться в парку прибуття. Черговому по гірці досить вибрати состав, і інформація про нього автоматично поступатиме в накопичувач БГАЦ.

В разі несправності ГАЦ, кожен стрілку по ходу відчепа, оператор гірки встановлює в потрібне положення індивідуально, шляхом повороту рукоятки стрілочного комутатора.

До переваг БГАЦ слід віднести простоту електричних схем, надійність, а до недоліків – використання телефонних реле РКН, які вимагають великих витрат на технічне обслуговування, втрату маршрутного завдання відчепу у випадках нагону ним попереднього відчепа, або помилкового роз'єднання відчепа на вершині гірки, а також відсутність фіксації номерів колій, відчепів що скочуються.

1.4 Гіркова автоматична централізація з контролем розпуску (ГАЦ-КР)

Централізація ГАЦ - КР призначена для гірок, у яких в маршрут на будь-який шлях сортувального парку входить не більше шести стрілок (вісім пучків по вісім шляхів). Вона може працювати в одному з наступних режимів: ручному, маршрутному, програмному і автоматичному, який встановлюють натисканням кнопок пульта управління ПУ [3].

У маршрутному режимі потрібно задати за допомогою кнопок пульта номер шляху сортувального парку (рис. 1.3), який формувач завдань (ФЗ) перетворює в "пострілочний" код (наприклад + - + -), що представляє собою послідовність положень стрілок по маршруту скочування відчепа. Цей код поступає в реєстратор завдань (РЗ), з якого впливає команда на перевід головної стрілки (1). Якщо положення стрілки не відповідає необхідному, то вона переводиться за допомогою блоку управління (БС) і електроприводу (ПР).

Програмний режим дозволяє накопичувати в накопичувачі (Н) маршрутні завдання груп (до одинадцяти) відчепів, які реалізується в процесі розпуску.

В автоматичному (основному) режимі інформація про маршрутні завдання і кількість вагонів в відчепах для всього складу надходить в накопичувач Н з гіркового програмно-задаючого пристрою (ГПЗУ-В) через пристрій сполучення (УСВ).

Вільність головної стрілки контролюється пристроєм контролю головний зони (УГКЗ) на основі рахунку осей.

Розглянемо роботу системи ГАЦ - КР більш детально, використовуючи її структурну схему представлену на рис. 1.3.

Момент вступу відчепа в зону УГКЗ фіксується її зайнятість, УГКЗ знаходить вільну чарунку пам'яті (ЗУ), в яку записує маршрутне завдання і починає рахунок вагонів в відчепі. Пристрій для формування коду адреси (ФКА) утворює адресу відчепа у вигляді номера чарунки ЗУ в двійковому зчисленні, що містить інформацію про відчеп. З ФКА код адреси надходить в пристрій його трансляції по блокам активних зон (БАЗ) маршруту, обраних пристроями контролю положення стрілки (КПС).

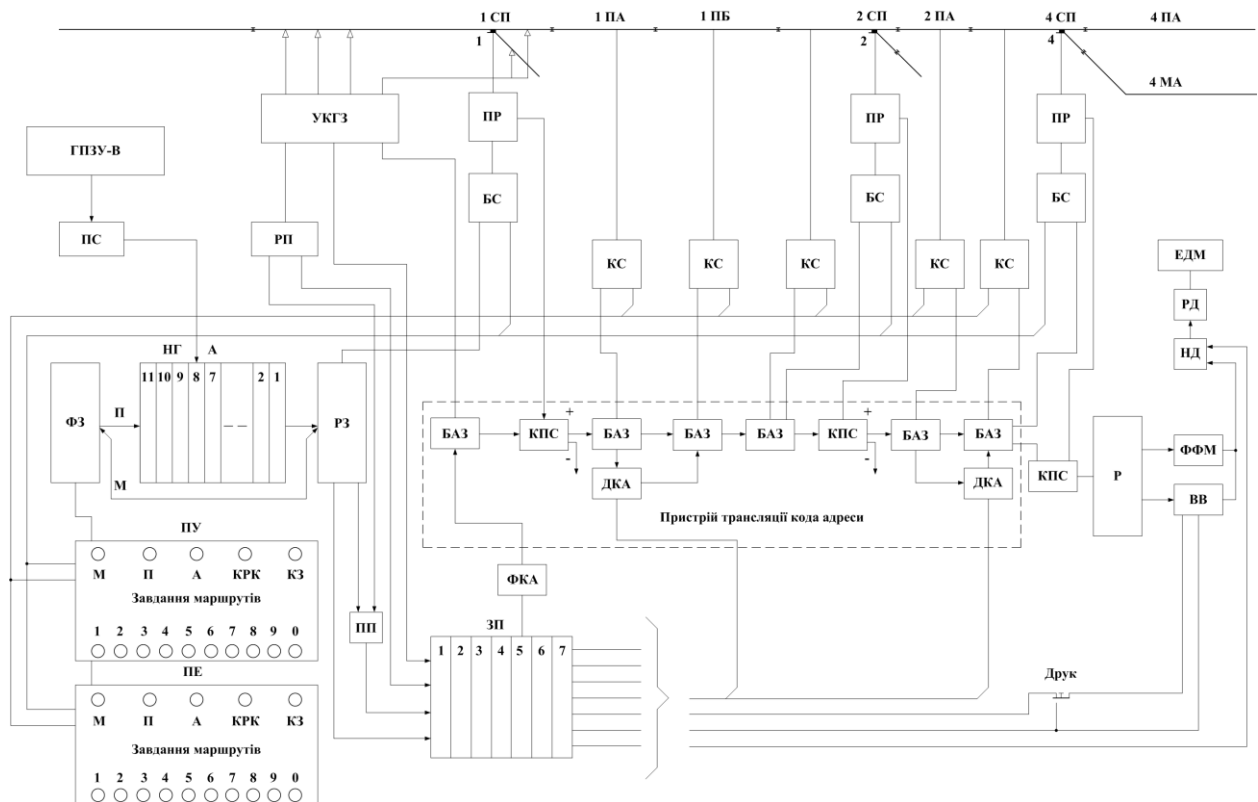


Рис 1.3 Структура системи ГАЦ КР

З РЗ інформація про кількість вагонів в відчепі передається в пристрій порівняння (УС), який в момент прийому порівнює її з інформацією про фактичне число вагонів, що надходить від рахункового пристрою (СЧУ). При досягненні рівності заданого і фактичного чисел вагонів УС дозволяє запис номера відчепа і фактичного числа вагонів з СЧУ в ту ж комірку ЗУ, куди було

записано маршрутне завдання. Крім того, УС передає інформацію в РЗ і Н, а також знаходить вільну чарунку ЗУ для запису в неї інформації про наступний відчеп.

З ФКА трьох розрядний код адреси передається в пристрої трансляції, які мають елементи контролю вільності (КС) колійних ділянок, БАЗ і дешифратори коду адреси (1кА). З БАЗ першої ділянки (1Па) код адреси передається в ДКА, Після дешифрування коду відбувається звернення до відповідної чарунки ЗУ для отримання команди на перевід наступної стрілки маршруту (2).

При вступі відчепа в зону останньої в маршруті стрілки в формовачі фактичного маршруту (ФМ) формується номер шляху, на який пройшов даний відчеп, а в визначальнику відповідності (ОС) визначається відповідність заданого і фактичного маршрутів. Швидкодія ФМ і ОС дозволяє використовувати їх в одному екземплярі для всіх відчепів, що вступають в зони останніх стрілок. Тому відчепи обслуговуються цими пристроями по одному, що забезпечує розподільник (Р)

У разі невідповідності заданого і фактичного маршрутів ОС видає команду на зчитування інформації про відчеп з ЗУ і ФМ і передачу її в накопичувач друку (НП).

У разі відповідності маршрутів ОС видає команду гасіння інформації в ЗУ і ФМ, якщо кнопка «друк» на пульті не була натиснута. Якщо ця кнопка натиснута, то інформація про відчеп видається в НП незалежно від відповідності. З накопичувача інформація через розподільник друку (РП) надходить на електро-керовану друкарську машинку (ЕУМ-23), яка друкує дані про відчепі в наступному порядку: номер відчепа, кількість вагонів у ньому, заданий маршрут, фактичний маршрут.

Система ГАЦ-КР забезпечує:

комплексний контроль головної зони сортувальної гірки, контроль вільності нормованої ділянки, фіксацію прослідкування вагонів в зоні відчепа,

контроль проходу довгобазного вагону, наявність нагону або дроблення відчепів;

автоматичне керування стрілками розподільної зони сортувальної гірки в процесі скачування відчепів;

стеження за рухом відчепів в розподільній зоні і трансляцію при цьому коду адреси кожного відчепа;

зберігання інформації про номер, фактичну кількість вагонів і заданий маршрут відчепів в розподільній зоні;

видачу даних на друк про номер, кількість вагонів, заданий маршрут, а при порушеннях програми розпуску, про фактично виконаний маршрут відчепа;

видачу оперативної інформації на пристрої індикації пульта керування і пульта електромеханіка;

видачу інформації про кількість вагонів в двох відчепах на світловий показник для відчеплення.

Система ГАЦ-КР містить у собі окремі функціональні групи і вузли, які відповідають основним зонам сортувальної гірки. У групах і вузлах системи, поєднані керуючі та контрольні функції: реалізація встановленого режиму керування розпуском на ділянці вершини гірки; комплексний контроль і керування стрілкою в зоні головної стрілки; стеження, трансляція, реалізація і контроль виконання маршрутів в розподільній зоні спускової частини гірки; реєстрація фактичного виконання заданої програми розпуску в зоні останньої розподільної стрілки і підгіркових коліях.

Для профілактичних перевірок системи ГАЦ-КР, черговий по гірці може передати керування пристроями з пульта керування на пульт електромеханіка. В цьому випадку набір і корегування завдань відчепам, виконуються з пульта електромеханіка. Система ГАЦ-КР дозволяє використовувати її при паралельному розпуску составів. В цьому випадку застосовуються по два комплекти формувача, реєстратора завдань і пристрою,

що запам'ятовує, а також встановлюється додаткова головна секція пульта керування [4].

1.5 Система мікропроцесорної гіркової автоматичної централізації (ГАЦ МН)

Склад обладнання ГАЦ МН включає постове обладнання і напільні пристрої [2].

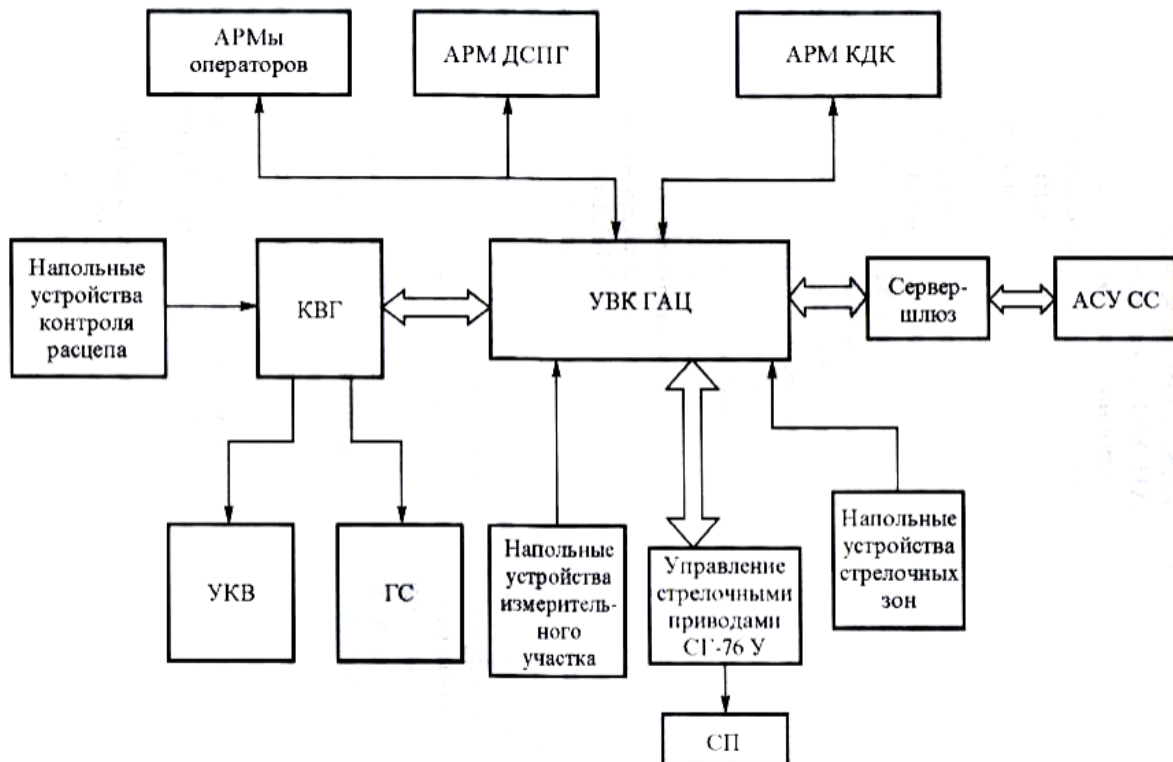


Рис 1.4. Структурна схема ГАЦ МН

До постового обладнання відносяться (рис 1.4):

1. Управляющий обчислювальний комплекс (УВК ГАЦ) в складі: промисловий комп'ютер, який встановлюється в окремому приміщенні або на релейних стативах в безпосередній близькості від контрольних і виконавчих реле; сервер-шлюз, мікропроцесорний пристрій, пристрій узгодження внутрішньої мережі системи і зовнішньої мережі передачі даних; НВК ГАЦ по суті представляє собою «мозок» системи ГАЦ і виконаний на стандартних функціональних модулях комплексу мікропроцесорних засобів для

індустріальних, бортових і вбудованих систем управління, контролю і збору даних.

2. Автоматизоване робоче місце чергового по гірці - АРМ чергового по гірці (АРМ ДСПГ); робочі місця гіркових операторів гальмівних позицій. АРМи гіркових операторів встановлюються на пультах з розрахунку по одному АРМу на пучок шляхів для відображення інформації про маршрут, про параметри відчепів, режими управління стрілками, діагностичної інформації про небезпечні відмови напільних і постових пристроїв, виявлення негабариту на стрілках, а також інформації про поточний стан розміщення відчепів на відповідному пучку.

3. Контрольно-діагностичний комплекс КДК ГАЦ МН, призначений для контролю і діагностики функціонування напільних і постових пристроїв. Контролер вершини гірки (КВГ) призначений для прийому програми розпуску з ГАЦ МН, контролю відчепу вагонів на вершині гірки, управління гірковим світлофором, швидкістю розпуску і показником кількості вагонів у відчепі, а також справного стану пристроїв зони вершини гірки. КВГ розміщується в спеціальному приміщенні в зоні вершини гірки і включає в себе промисловий комп'ютер, монітор з клавіатурою, термінальні плати з модулями дискретного введення і виведення сигналів, модем зв'язку з НВК ГАЦ МН.

До складу напільного обладнання ГАЦ МН входять пристрої, що розміщуються безпосередньо вздовж маршруту руху вагонів. До них відносяться: гіркові і маневрові світлофори, стрілочні приводи, датчики виявлення вагонів на контролюємих ділянках: рейкові кола, пристрої рахунку осей вагонів, радіотехнічні датчики, датчики вимірювання швидкості руху вагонів та ін.

У складі устаткування системи ГАЦ МН немає гіркового программно-задаючого пристрою, як окремого функціонального пристрою, що входить до складу релейних систем, а також пристрою контролю головної зони (УКГЗ). У мікропроцесорній системі ГАЦ функції названих пристроїв збережені, доповнені і покладені на контролер вершини гірки і обчислювальний комплекс

УВК, тобто перерозподілені. ГАЦ МН забезпечує управління процесом розпуску відчепами на гірках з дистанційним управлінням стрілками в наступних режимах: - ручний режим - команди на переведення стрілок передаються з пультів операторів; - автоматичний режим - команди на переведення стрілок передаються від УВК ГАЦ МН, при цьому можливі два режими розпуску :

- маршрутний - при наборі маршрутних завдань з кнопок пульта чергового по гірці;

- програмний - при автоматичному введенні даних сортувального листка з АСУ СС в електронному вигляді в УВК ГАЦ МН.

1.6 MSR 32«Сіменс»

Компанією «Сіменс» була розроблена мікропроцесорна система MSR 32 для автоматизації сортувальних станцій [4]. Розробці системи MSR 32 перш за все сприяло точне знання вимог замовника і методів управління. Результат: відкрита мікропроцесорна система модульної побудови, яку можна адаптувати до вимог гірок різної потужності. Це стало можливим завдяки використанню системної структури і високої працездатності сучасної мікропроцесорної техніки. Система MSR 32 – технічне рішення з можливістю покрокового розширення не тільки для станцій малої і середньої потужності. В першу чергу нею можна оснащувати станції високої і підвищеної потужності [5].

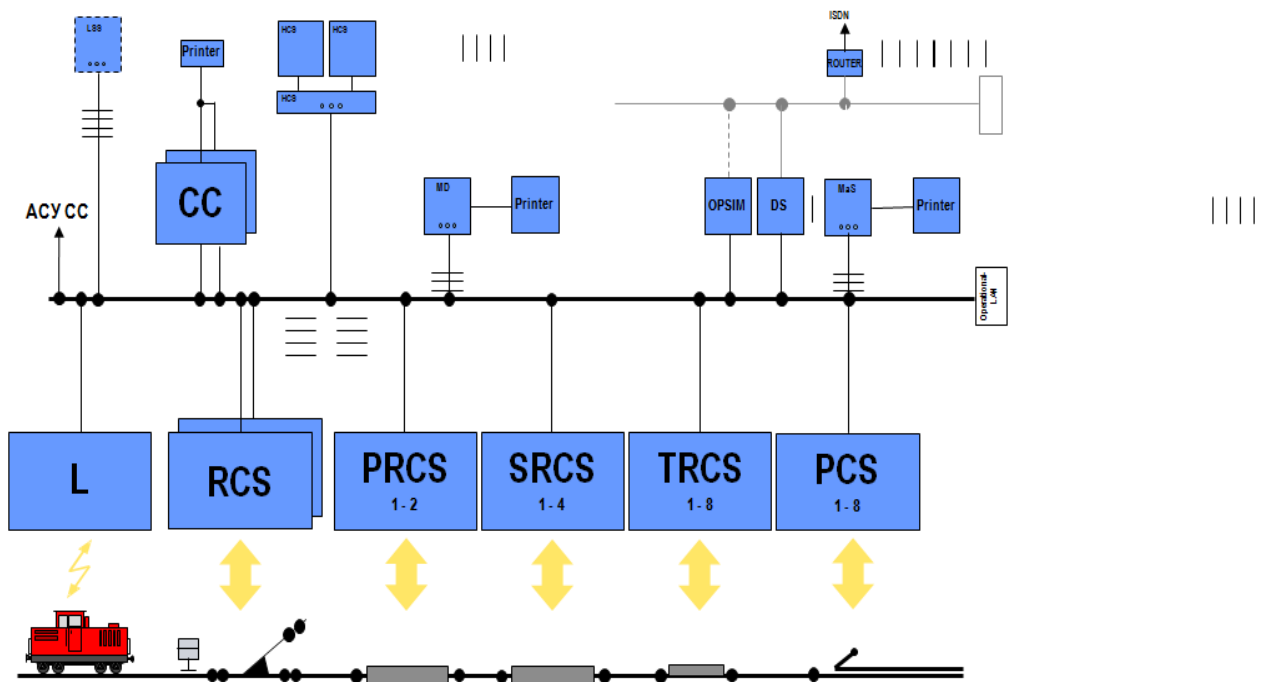


Рис 1.5 MSR32 Повна конфігурація системи

MSR 32 - це мульти мікропроцессорная система. Використовується випробувана в світовому масштабі система Sicom / Simatic компанії Сіменс. Комп'ютери між собою і АРМом оператора об'єднані локальною обчислювальною мережею (ЛОМ). Використання типових модулів для всіх систем управління дозволяє звести потребу в запчастинах і витрати на техобслуговування до мінімуму.

Програмне забезпечення (ПЗ) для систем управління і АРМов системи MSR 32 працює виключно без проблемно і написано на мовах програмування високого рівня. Особливе значення при створенні ПО надавалося комплексному проектуванню структури ПЗ і грамотному програмуванню. Тому для нових розробок і удосконалення ПО на стадії проектування використовувалися спеціальні інструменти для дизайну програм. Всі пристрої управління в системі працюють в режимі реального часу.

Програмне забезпечення можна спроектувати для конкретного застосування та відповідних процесів. Специфіка гірки і топологічні особливості враховуються автоматично.

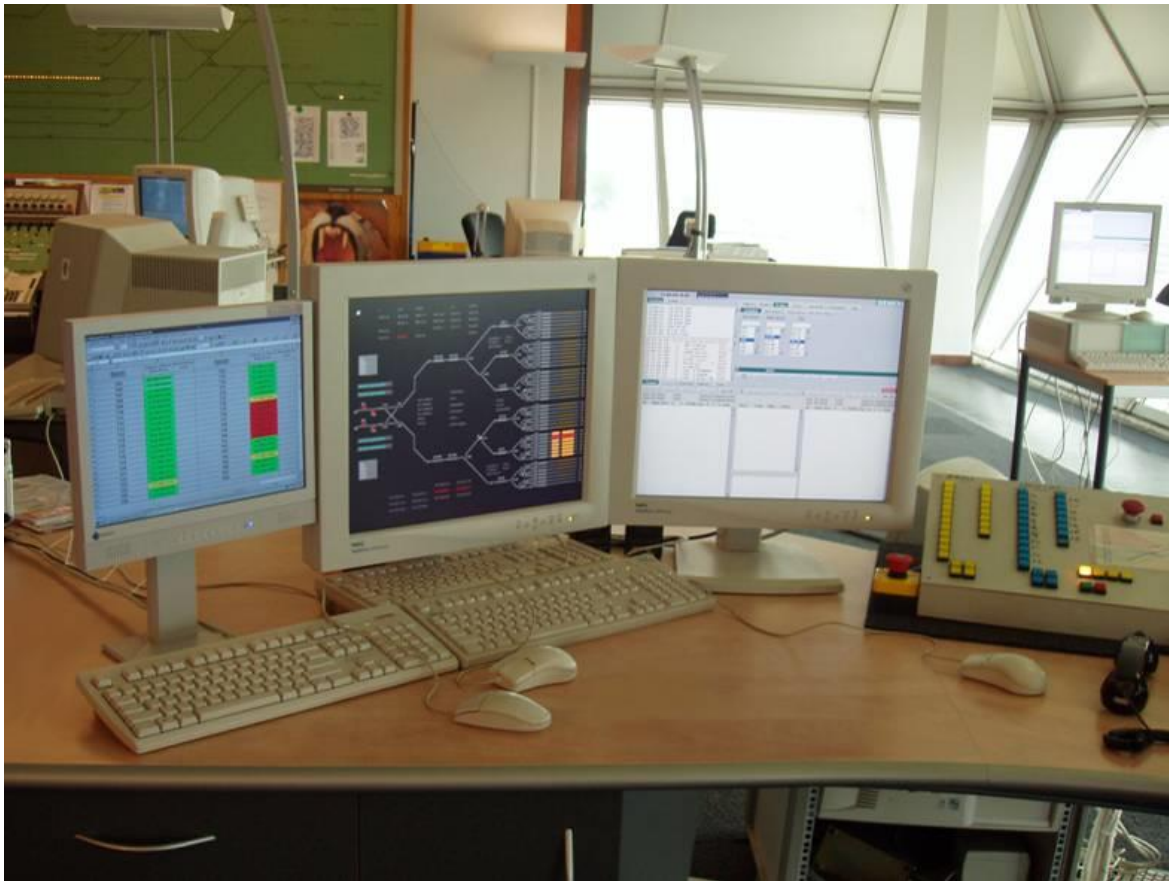


Рис 1.6 Робоче місце оператора MSR 323 системою ABAS

В системі використовується призначений для користувача інтерфейс управління розпуском (ABAS). Система MSR 32 відрізняється наявністю оптимальних інструкцій для оператора і коротким часом навчання та освоєння. Це забезпечується за рахунок повністю графічного інтерфейсу на базі звичайного управління ПК в системі Windows. Спеціальна система управління процесами, обслуговування і індикації (ABAS) складається з двох стандартних ПК, двох моніторів, клавіатури і миші. На одному моніторі постійно відображається схема шляхів, видаються всі необхідні для оператора відомості, наприклад, індикація вільності та зайнятості, стан стрілок, стан сповільнювачів і т.д., вводяться команди. З другого монітора оператор з допомогою клавіатури або миші виконує всі операції управління розпуском. Поряд з відображенням стану системи і пристроїв можна скористатися і онлайн довідкою. При необхідності можна натисканням відповідних клавіш зображення моніторів переключити та міняти.

1.7 Постановка задач та мета дослідження

Для вирішення питання удосконалення систем автоматизації сортувальної гірки в роботі необхідно вирішити наступні задачі:

1. Розробити схему управляючого обчислювального комплексу для аналізу руху відцепів по гірці;
2. Розробити контролер рейкових кіл для опитування стану колійних реле;
3. Розробити контролер стрілочних приводів для керування стрілками за допомогою управляючого обчислювального комплексу;
4. Розробити контролер вершини гірки для підрахунку кількості осей в відцепі та фіксації кількості вагонів в кожному з них.

Метою даної роботи є розробка методів та засобів удосконалення систем автоматизації сортувальної гірки.

1.8 Висновки до першого розділу

При проведенні аналізу існуючих систем гіркової централізації було виявлено, що більшість гірок в нашій країні обладнані релейними системами централізації, які морально та фізично застаріли.

Поява нового класу систем гіркової автоматичної централізації пов'язано перш за все з широким впровадженням мікропроцесорної техніки управління і необхідністю вирішення завдань комплексної автоматизації сортувальних станцій. Головне завдання будь-якої з відомих систем ГАЦ, незалежно від їх модифікацій, полягає в забезпеченні заданих маршрутів слідування відцепів по спускній частині сортувальної гірки в сортувальний парк за допомогою управління стрілками по маршрутам руху відцепів. Сучасні завдання управління технологічними процесами сортувальних станцій реалізують не тільки завдання безпосереднього керування транспортним об'єктом (відцепом), але і безперервного моніторингу транспортних засобів, тобто відстеження і реєстрацію їх в зоні переміщення в реальному масштабі часу. Тому завдання систем ГАЦ істотно ускладнюються додаванням функціональних рішень по

автоматизації формування маршрутів руху відчепів. Серед них коригування програми розпуску за результатами відчеплення, формування інформації про фактичне накопиченні вагонів на шляхах сортувального парку, даних про «чужаків» і ін. Все перераховане потребує широкого використання засобів обчислювальної техніки, оскільки використання релейних схем для вирішення багатьох логічних задач стало невиправданим через свою громіздкість і низьку надійність. Використання мікропроцесорної техніки дозволяє підвищити рівень безпеки, істотно зменшити площу для розміщення обладнання, споживати менше електроенергії, зменшити обсяги будівельно-монтажних робіт і знизити експлуатаційні витрати. Поряд з істотним зменшенням потреб в кількості релейних елементів мікропроцесорні системи легко реалізують такі функції, як протоколювання і документування технологічних процесів і дій обслуговуючого персоналу. В зв'язку з цим, розробка нових гіркових систем на мікропроцесорній елементній базі з розширеними функціональними можливостями по управлінню та контролю стану вузлів та елементів системи для гірок України є актуальною задачею.

2 РОЗРОБКА МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ ГІРКОВОЇ АВТОМАТИЧНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ

2.1 Оснащення та характеристика сортувальної гірки

Для прикладу обладнання пристроями мікропроцесорної централізація вибрана сортувальна гірка станції Нижнєдніпровськ-вузол. Сортувальна гірка має середню потужність - переробна здатність до 3000 вагонів на добу. Гірка має одну колію насуву та дві колії розпуску (слайд 7). Сортувальний парк має 25 колій для накопичення і формування рухомих складів. Колії об'єднані в три пучки (II, IV та V пучки), у кожному по 6 колій.

Сигналізація швидкості розпуску – чотирьохзначна. Гірковий світлофор «Г» встановлений у межах вершини гірки з дотриманням умов хорошої видимості і габариту. Служить для проведення розпуску і маневрових пересувань через горб гірки.

Маневрові світлофори встановлені для огороження району розпуску, уповільнювачів, зони пересувань і виїзду на примикаючі колії.

В електричну централізацію включені 13 світлофорів: гірковий «Г», маршрутний НМ35, маневрові МГ7, МГ8, МГ1, МГ14, МГ5, МГ13, МГ11, МГ12, МГ6, МГ3, МГ9.

Пости ДСПГ розташовані у горловині розпуску біля ІТП - пост №1, ІТП- пост №2, пост №3.

Плюсове положення всіх стрілок на сортувальній гірці умовне. В електричну централізацію включені 22 стрілки: 2-6, 8-10, 25-35, 214а, 1-35, 2-24, 4-6, 8-12, 18-20, 22-24, 24-35, 2-12, 14-20, 14-24, 31-35, 25-27, 25-29 - з типом рейок Р65 та маркою хрестовин 1/6; 214, 216а, 216, 14-16, 31-33 - з типом рейок Р65 та маркою хрестовин 1/11.

Гірка обладнана нормально-розімкнутими рейковими колами змінного струму 25 Гц. Всього на гірці використовується 113 рейкових кіл для контролю спускної частини гірки. Захист гіркових рейкових кіл на стрілочних ділянках від втрати шунта або при проході довгобазних вагонів забезпечено установкою

магнітних педалей ПБМ-56 та фотоелектричних пристроїв. Час дії магнітних педалей на колійне реле при проході колісної пари відчепа регулюється установкою перемички на клеммах захисного блоку. Дія фотоелектричного пристрою безпосередньо виключає переведення стрілки, а через захисний блок впливає і на колійне реле, але тільки за наявності шунта.

Гальмування відчепів на спусковій частині виконується сповільнювачами типу КЗ-ЗПК, КЗ-5ПК, ВЗПГ-3, ВЗПГ-5. Чотири сповільнювачі розташовані на першій гальмівній позиції це сповільнювачі які розташовані на швидкісному ухилі в головній частині гірки, на цій гальмівній позиції виконується інтервальне гальмування.

На другій гальмівній позиції розташовано 6 сповільнювачів, це сповільнювачі розташовані на гальмівному ухилі перед розподільною стрілкою кожного пучка колій (групова), на цій гальмівній позиції виконують інтервальне та прицільне гальмування для забезпечення пробігу відчепа за своїм маршрутом слідування та повного підходу, до розташованих на колії вагонів, з допустимою швидкістю зіткнення не більше 1,5 м/с.

На третій гальмівній позиції розташовано 39 сповільнювача типу РНЗ-2, ці сповільнювачі розташовані на кожній колії сортувального парку, на цій гальмівній позиції виконують прицільне гальмування (паркова гальмівна позиції).

Для дистанційного керування гальмівними сповільнювачами при проведенні ремонтних та профілактичних робіт встановлені загороджувальні колонки. Загороджувальні колонки першої та другої гальмівних позицій встановлені між вагонними уповільнювачами, а паркової, з краю пучка, перед гальмівною позицією (по ходу відчепів) в ширшому міжколійному просторі, по одній колонці на кожний пучок.

2.2 Структура та принцип дії мікропроцесорної гіркової автоматичної централізації

Гірковий мікропроцесорний комплекс повинен бути надійним та інформативним, тому для високої надійності важливі елементи дублюються [6]. Враховуючи досвід попередніх розробників та теперішні умови, була спроектована структурна схема, яка зображена на рис. 2.1.

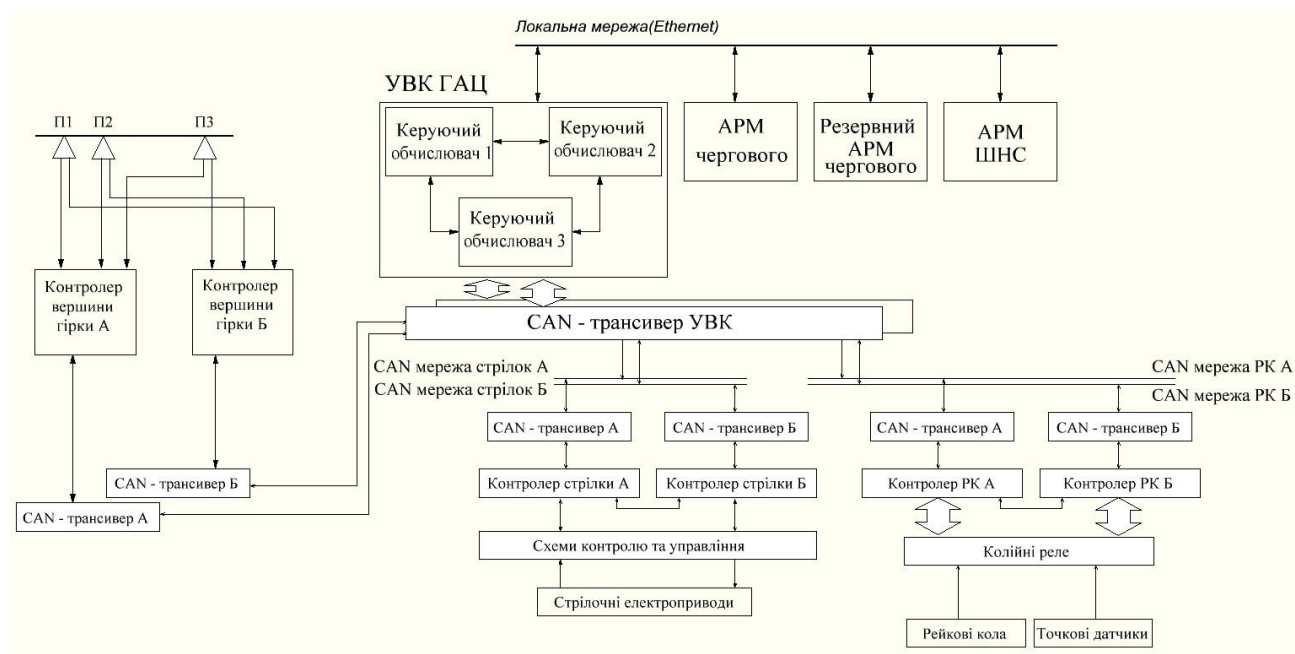


Рис. 2.1 Структурна схема мікропроцесорної гіркової автоматичної централізації

Структура цієї мікропроцесорної централізації передбачає включення керуюче-обчислювального пристрою за мажоритарною схемою (2 із 3) , АРМів чергового, CAN-мереж, та контролерів об'єктів. У випадку некоректної роботи контролерів стрілок, переведення стрілки не відбудеться, бо для подачі струму потрібно два сигнали керування. Для надійного контролю стану головної зони гірки, пристрій підрахунку осей та вагонів має дублювання подвійне та використовується мажоритарний принцип при отриманні даних про кількість відчепів та вагонів. Це дозволяє не зупиняти розпуск на гірці при виході з ладу цього пристрою.

У вирішальному пристрої з початку роботи закладено інформацію про структуру сортувальної гірки, тобто при введенні маршруту слідування відчепу у

вирішальному пристрої будуть визначені рейкові кола та стрілки, що будуть використовуватися у маршруті. При проходженні відчепу над пристроєм підрахунку осей та вагонів перевіряється фактична кількість вагонів у відчепі з заданою оператором і передається до УВК.

Контролер рейкових кіл перевіряє стан рейкових кіл сортувальної гірки, що входять у маршрут: вільне чи зайняте. При слідуванні відчепу інформація про стан рейкових кіл передається через модем до УВК і одразу ж контролюється вірність слідування відчепу. Для більшої надійності отримання достовірної інформації використовується дублювання контролера рейкових кіл.

Контролер рейкових кіл, окрім стану ділянки, дає інформацію про стан контактів колійних реле та зможе виявити зварювання контактів.

За допомогою контролеру стрілки контролюється положення стрілочних переводів, і при завданні маршруту можна перевести будь-яку стрілку, для проходження по ній відчепа. При завданні маршруту пристрій спочатку перевіряє положення стрілок в даному маршруті, після посилає сигнал для переводу стрілок, стан яких не збігається з маршрутом. Далі пристрій ще раз перевіряє положення стрілок, і передає інформацію до УВК. Для підвищення надійності роботи контролера використовується дублювання.

Інформація про положення стрілок, вільність або зайнятість рейкових кіл передається на вирішуючий пристрій за допомогою CAN-мережі через CAN-контролери та CAN-трансивери.

Для більшого контролю роботи системи, УВК виконує постійне циклічне опитування всіх підконтрольних пристроїв та порівнює із попереднім станом, аналізує зміни та інформує працівників про події, які відбуваються в системі.

Ця система дуже гнучка, дозволяє міняти свою структуру, змінюючи кількість пристроїв контролю та АРМів. Програмне забезпечення, завдяки особливостям CAN-протоколу дозволяє мати будь-яку структуру CAN-мережі пристроїв, бо кожен об'єкт має унікальний номер та може наводитись в одній мережі без конфліктів ідентифікаторів. Розділення мереж дозволяє підвищити

надійність та зменшити час відгуку. Це дає великий простір можливостей для інженера, що проектує гірку.

2.3 Вибір системи резервування

При створенні нової СЗАТ розробник повинен забезпечити високі показники всіх складових надійності: безвідмовності, безпеки, ремонтпридатності і довговічності. Однак пріоритетним є завдання забезпечення безпеки. Цей пріоритет означає, що з метою підвищення рівня безпеки системи допускається йти на зниження інших показників надійності.

При побудові безпечних мікроелектронних СЗАТ в даний час найбільше застосування мають різні варіанти двоканальних і трьохканальних (мажоритарних) структур. У двоканальній (дубльованій) системі з безпечним порівнянням, дві однакові мікроЕОМ працюють паралельно в часі. Їх аналогічні вихідні сигнали порівнюються безпечною схемою порівняння (БСС). Сигнал на управління формується тільки при збігу відповідних сигналів обох мікроЕОМ. Таку систему називають також системою "два з двох" (скорочено системою "2v2") [7].

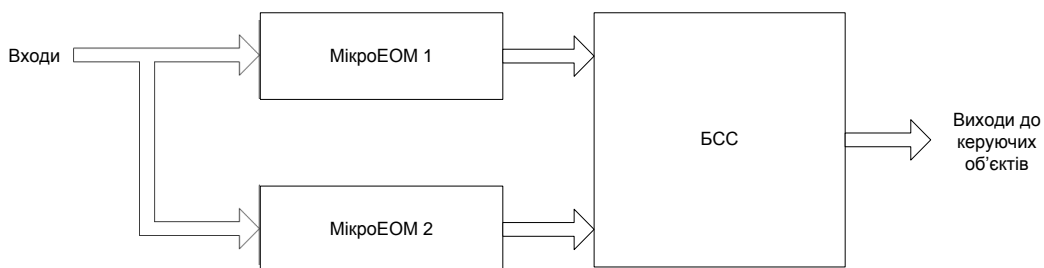


Рис. 2.2 Двоканальна (дубльована) система з безпечним порівнянням

Схема БСС вважається абсолютно надійною. Система працездатна тільки в тому випадку, якщо працездатні обидві мікроЕОМ. Це означає, що з точки зору безвідмовності ми маємо логічно послідовне з'єднання каналів. Система переходить в небезпечний стан, якщо непрацездатні обидві мікроЕОМ. У цьому випадку може виявитися, що неправильні значення однойменних вихідних сигналів обох каналів збігаються, і система видає неправильний вплив

на керовані об'єкти. Отже, з точки зору безпеки маємо логічно паралельне з'єднання каналів.

Крім того, оскільки при одночасній відмові обох каналів може і не відбуватися спотворення сигналів на однойменних виходах, оцінка безпеки є дещо заниженою, що припустимо з точки зору безпеки.

Для усунення зазначеного недоліку застосовується дублювання двоканальних систем з міжпроцесорним контролем (система "два з чотирьох" або система "2v4").

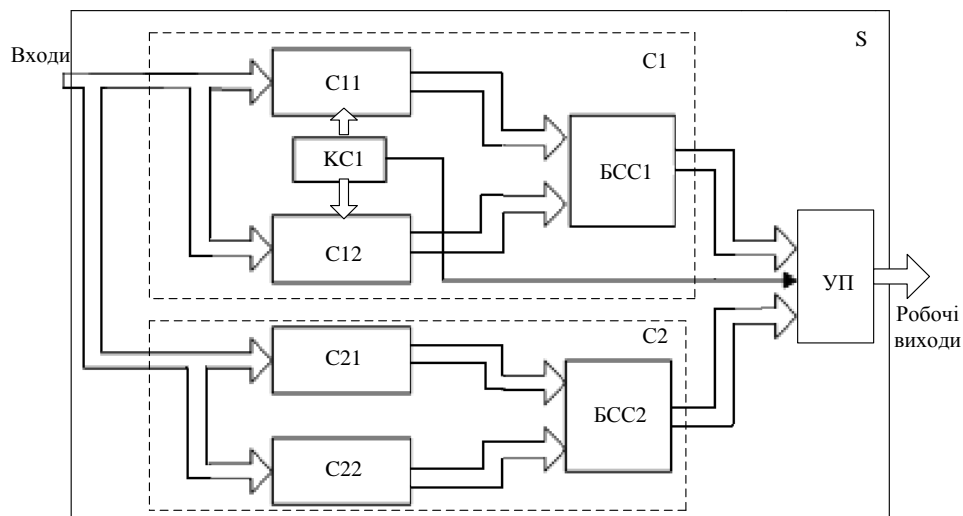


Рис. 2.3 Дубльована двоканальна система з міжпроцесорним контролем

Алгоритм роботи пристроїв контролю полягає в наступному. Нормально до робочих виходів підключені через пристрій перемикання виходи системи С1 (виходи БСС1). Система С2 знаходиться в гарячому резерві. Якщо система С1 переходить в стан РН (робоче в неробочий) або НР (неробочий в робочий), це фіксує контрольна схема КС1. Контрольна схема КС1 впливає на пристрій перемикання і відбувається відключення робочих виходів від виходів безпечної схеми порівняння БСС1 і підключення їх до виходів системи С2 (до виходів БСС2). Система С1 більше не використовується за призначенням, а система реконфігурується в систему "2 з 2".

При такій організації контролю вся система працездатна, якщо працездатні С1 або С2. Система переходить в небезпечний стан, якщо

переходять в небезпечний стан НН обидві системи С1 і С2 або якщо С1 переходить в захисний стан (НР, РН), а С2 - в небезпечний стан НН. В інших випадках вся система переходить в захисний стан.

Широке застосування при побудові безпечних керуючих систем мають триканальні мажоритарні структури (системи "два з трьох" або системи 2v3). У ній три однакові мікроЕОМ С1, С2 і С3 працюють паралельно в часі. Їх аналогічні вихідні сигнали порівнюються безпечними мажоритарними елементами (БМЕ). Значення сигналу на виході БМЕ збігається зі значенням сигналів на більшості входів.

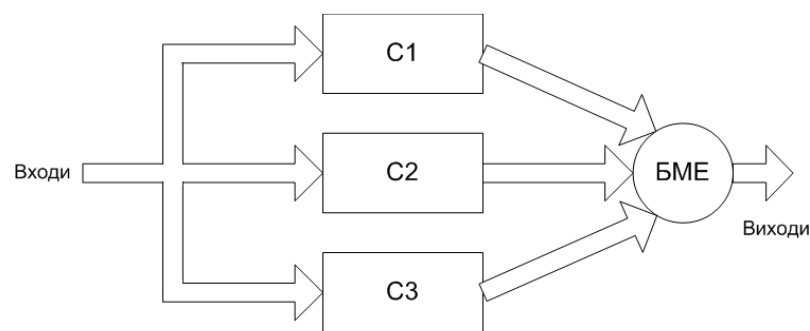


Рис. 2.4 Трьохканальна мажоритарна структура

Принципи роботи мажоритарної системи 2v3:

- 1) система працездатна, якщо працездатні хоча б два блоки з трьох;
- 2) при відмові двох блоків система переходить в небезпечний стан;
- 3) захисних станів не існує.

Безвідмовність мажоритарної системи перевищує безвідмовність систем 2v2 і 2v4. Безпека мажоритарної системи, навпаки, менше безпеки систем 2v2 і 2v4 – це пов'язано з тим, що в системі 2v3 всі відмови системи є небезпечними (немає захисних відмов).

2.4 Алгоритм роботи мікропроцесорної ГАЦ

Вирішуючий пристрій – основне в мікропроцесорній системі гіркової автоматизації. Воно збирає дані зі всіх пристроїв, обробляє їх і потім посилає команди на виконання.

Після запуску системи, самотестування і перевірки роботи пристроїв вирішальний пристрій приступає до роботи (алгоритм наведено на рис.2.9)

Спочатку обираємо у якому режимі будуть виконуватись маршрути. При обраному ручному режимі робота вирішую чого пристрою не має сенсу. При програмному режимі зчитування інформації про кількість та самі маршрутні завдання відбувається з гіркового програмно - запам'ятовуючого пристрою (ГПЗП). Якщо режим автоматичний, то ввід кількості маршрутних завдань та самі маршрутні завдання вводяться оператором.

Після зчитування чергового завдання визначається кількість стрілок у маршруті та визначаємо першу ділянку у маршруту та першу стрілку. Визначаємо положення головної стрілки та переводимо її по маршруту.

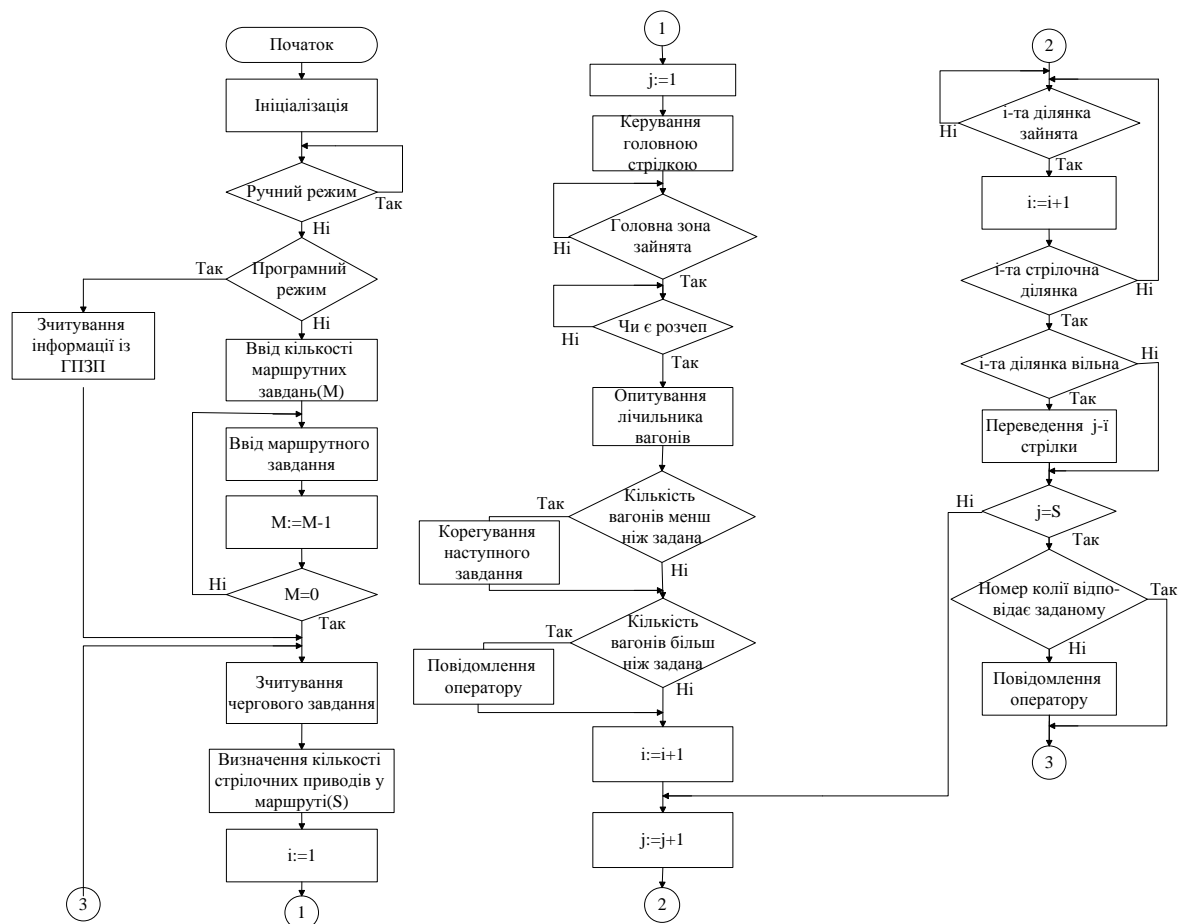


Рис.2.9 Алгоритм роботи вирішального пристрою

Потім очікуємо вільність головної зони стрілки та факт відчепу. Починає працювати лічильник вагонів. Якщо кількість вагонів буде менше ніж

у заданому маршруті, то здійснюється корегування наступного завдання. А якщо кількість вагонів більше, то надсилається повідомлення оператору та дається команда на витягування зайвих вагонів. Інкрементується номер стрілки та номер ділянки у маршруті та очікується заняття цієї ділянки відчепом. При проходженні відчепа визначається ділянка стрілочна чи безстрілочна. З проходженням ділянок інкрементується їх номер. Якщо ділянка стрілочна, то визначаємо чи вільна і-та ділянка. Якщо так, то після проходу відчепу стрілка переводиться по наступному маршруту. Якщо і-та ділянка зайнята, то визначається, чи не остання це стрілка у маршруті. При нерівності значень номеру стрілки у маршруті та визначеної кількості стрілок значення номеру стрілки інкрементується та повторюється процес очікування стрілочної ділянки. При рівності цих значень перевіряється відповідність колії і при відповідності починається зчитування нового завдання. Якщо відчеп прийшов не на ту колію, то надсилається повідомлення оператору для вжиття заходів, та наступне завдання все таки зчитується.

2.5 Висновки до другого розділу

В рамках даної роботи була розроблена структурна схема та алгоритм роботи мікропроцесорної гіркової автоматичної централізації ГАЦ-МД. Для забезпечення високої надійності та функціональної безпечності запропоновано використовувати мажоритарне резервування управляючого обчислювального комплексу та дублювання всіх об'єктних контролерів і мережі передачі даних. Крім цього, передбачається використання алгоритмів само тестування апаратури та завадостійкого кодування даних.

Управляючий обчислювальний комплекс був представлений у вигляді структурної схеми. В результаті був розроблений алгоритм роботи управляючого комплексу який описує роботу схеми при слідуванні відчепу по маршруту.

3 РОЗРОБКА ОБ'ЄКТНИХ КОНТРОЛЕРІВ ДЛЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ ГАЦ

3.1 Принципи побудови безпечних схем сполучення мікропроцесорних та релейних пристроїв

Серйозною проблемою при побудові МПЦ є організація взаємодії з виконавчими об'єктами. Схемні рішення пристроїв сполучення з об'єктами (УСО) не повинні мати небезпечних відмов, тобто з певною ймовірністю повинні виключати помилкове включення виконавчих об'єктів на виході УСО при відмові його елементів. Ця проблема багато в чому схожа на проблему побудови безпечних логічних елементів, тому в такому випадку використовуються аналогічні принципи і методи [8].

У всіх відомих діючих системах МПЦ узгодження керуючого обчислювального комплексу з колійними об'єктами (стрілки, світлофори, рейкові кола та ін.) виконується через релейні схеми сполучення.

Перевагами такого рішення є те, що реле мають високу стійкість до електромагнітних перешкод і перенапруг і служать елементами ідеальної гальванічної розв'язки. Недоліки полягають в обмеженому ресурсі реле, потреби в профілактичному обслуговуванні і специфічності виробництва релейних приладів.

Інше рішення реалізації УСО - побудова повністю безконтактних схем. В цьому випадку не потрібно профілактичне обслуговування, УСО більш технологічні у виготовленні, не містять спеціалізованих елементів. Однак проблема безпеки при цьому вирішується більш складними методами, що визначає високу складність безконтактних УСО.

У релейних УСО для включення виконавчих реле ІР І класу надійності використовуються трансформаторні, конденсаторні та оптронні схеми.

У трансформаторній схемі (рис. 3.1, а) відбувається подвійне перетворення вхідних імпульсних сигналів, що надходять з комп'ютера, - диференціювання з використанням трансформатора та інтегрування з

використанням діода і конденсатора. При імпульсній роботі заряджається конденсатор, і на його обкладках встановлюється напруга, необхідна для спрацювання ІР (рис. 3.1, б). Пошкодження будь-якого елементу схеми призводить до відсутності напруги на реле, або ця напруга стає менше напруги відпускання. Недоліком схеми є наявність трансформатора як елемента не технологічного при виготовленні.

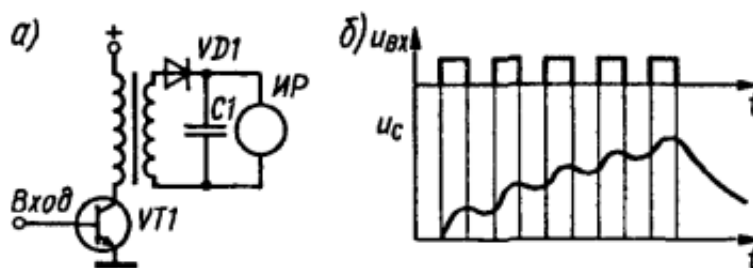


Рис. 3.1 Трансформаторна схема включення реле і діаграми її роботи

Для включення ІР поляризованого типу (наприклад, реле ПЛ) використовується конденсаторний дешифратор-випрямляч (рис. 3.2, а).

Під час паузи, коли транзистор VT1 закритий, заряджається конденсатор C1 через діод VD1 (рис. 3.2, б). Під час імпульсу конденсатор C1 розряджається через відкритий транзистор VT1, конденсатор C2 і робочу обмотку реле ІР. Під час наступної паузи конденсатор C1 заряджається, а конденсатор C2 розряджається на обмотку ІР. Ушкодження всіх деталей схеми призводять до вимикання реле ІР.

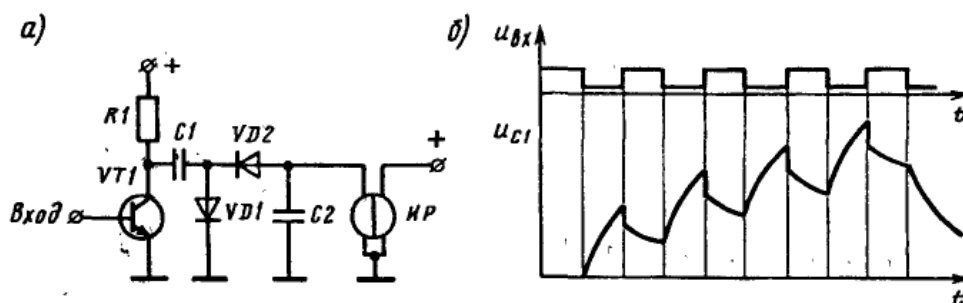


Рис. 3.2 Конденсаторна схема включення реле і діаграма її роботи

Крім безпечного управління об'єктами, в МПЦ повинне забезпечуватися безпечне введення інформації про стан об'єктів, наприклад про стан світлофорної лампи.

Для забезпечення необхідної достовірності контрольної інформації про стан виконавчих об'єктів в безпечних системах використовуються різні види надлишкового кодування послідовного або паралельного виду.

Найбільш широко застосовується двофазне імпульсне подання інформації. У пристроях введення інформації у УВК (рис. 3.3) значення змінної X відображається двофазними імпульсними послідовностями $\overline{T}T$ або TT , які надходять на входи A і B УВК. При несправності порушується двофазність або імпульсний характер сигналів на входах A і B , що фіксується за допомогою програмних або апаратних засобів контролю УВК.

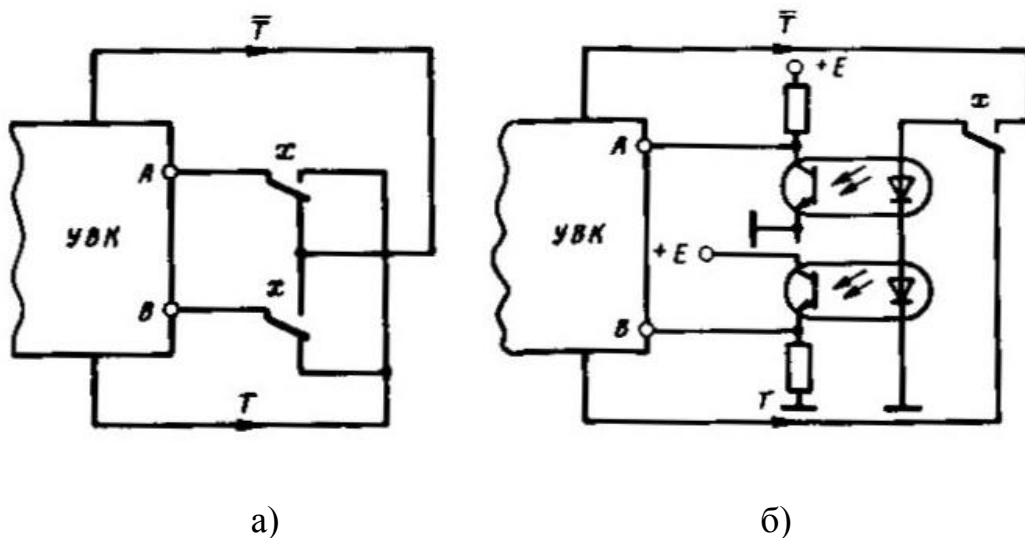


Рис. 3.3 Схема пристроїв вводу інформації в УВК безпосередньо від контактів реле (а) і через оптрони (б)

Аналогічно виконується контроль справності нитки лампи світлофора (рис. 3.4). При перемиканні транзистора $VT1$ в колі пампи L протікає змінний струм, який призводить до почергового переключення оптронів $VO1$, $VO2$. Таким чином, при надходженні сигналів управління світлофором справність

нитки його лампи в гарячому стані контролюється завдяки динамічному характеру двофазних сигналів на виходах 1 і 2.

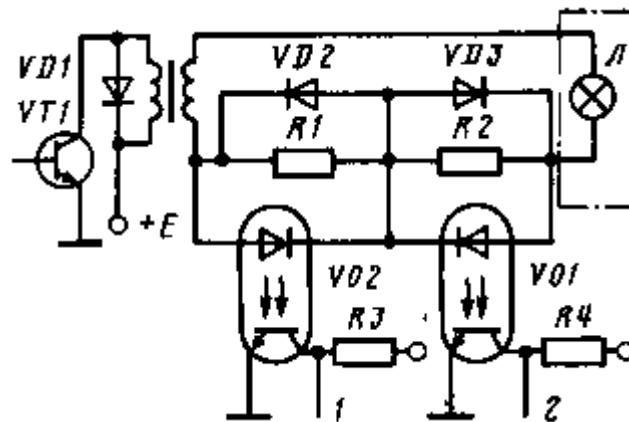


Рис. 3.4 Схема пристроїв контролю справності нитки лампи світлофора

У схемі зв'язку МПЦ з рейковими колами (рис. 3.5) вихідні регістри ВР, керовані мікропроцесорами МП, формують взаємно інверсні імпульсні тактові сигнали T і \bar{T} . Останні через контакт колійного реле ПР впливають на оптрони О1 і О2, що формують ехо сигнали T , \bar{T} , які надходять у вхідні регістри ВХР. При зайнятті рейкового кола ехо сигнал змінює свою фазу на протилежну.

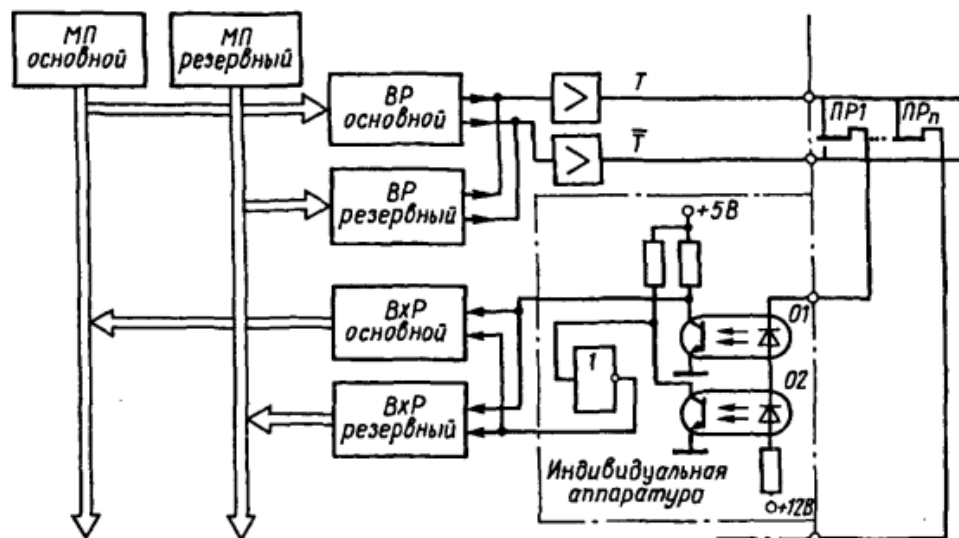


Рис. 3.5 Схема зв'язку МПЦ з рейковими колами

3.2 Розробка контролера рейкових кіл

3.2.1 Структура та принцип дії контролера

Даний контролер складається з мікроконтролера, 29 контрольованих контактів колійних реле, CAN-трансивера та елементів гальванічної розв'язки. Один мікроконтролер контролює до 29 колійних реле – тиліві та фронтові контакти кожного з 29 реле. Для контролю положення контакту використовується схема з двома різними тестовими сигналами, які подаються до фронтового та тилового контактів, а сигнал на загальному контакті надає нам інформацію, який саме контакт замкнений. Такий метод дозволяє миттєво дізнатись про втрату контролю. Контролер підключений до контактів колійних реле через гальванічну розв'язку для боротьби з паразитними сигналами, які проникають через спільні ділянки «заземленого» провідника [9].

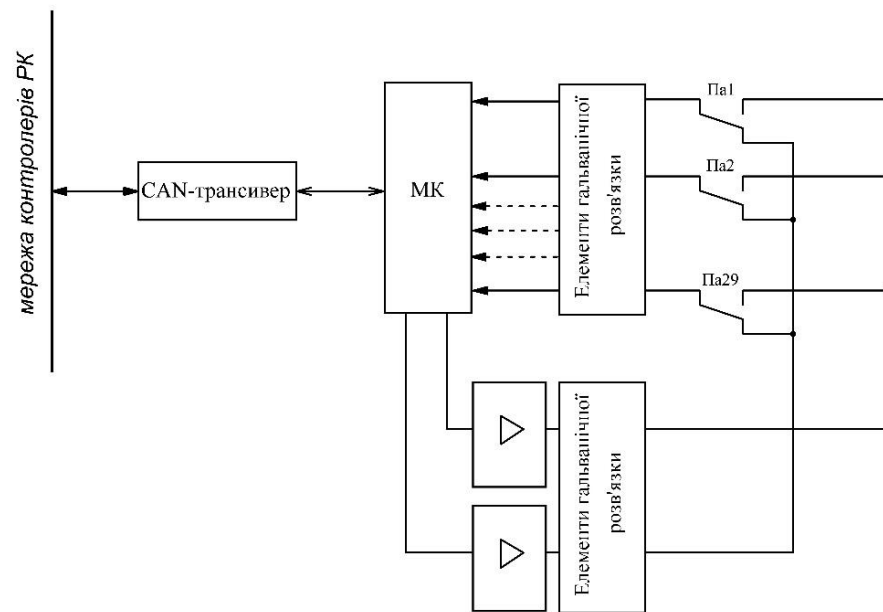


Рис. 3.6 Структурна схема контролера рейкових кіл

Тестові сигнали обираються за принципом максимальної відмінності між собою та легкості в формуванні сигналів. Найбільш простий і достатньо ефективний варіант — це сигнали із зворотною фазою. Такі сигнали однакові, крім їхньої фази. Розпізнання цих сигналів робиться знаючи сигнал на вході. Якщо сигнал буде отриманий той самий, то це означає, що замкнений контакт — фронтовий, якщо сигнал буде отриманий з протилежною фазою — замкнений тилівий, якщо сигналу не буде — це буде свідчити про розрив зв'язку.

Для контролера рейкових кіл, з урахуванням структури та особливостей схеми, був розроблений алгоритм, який зображений на рис. 3.7.

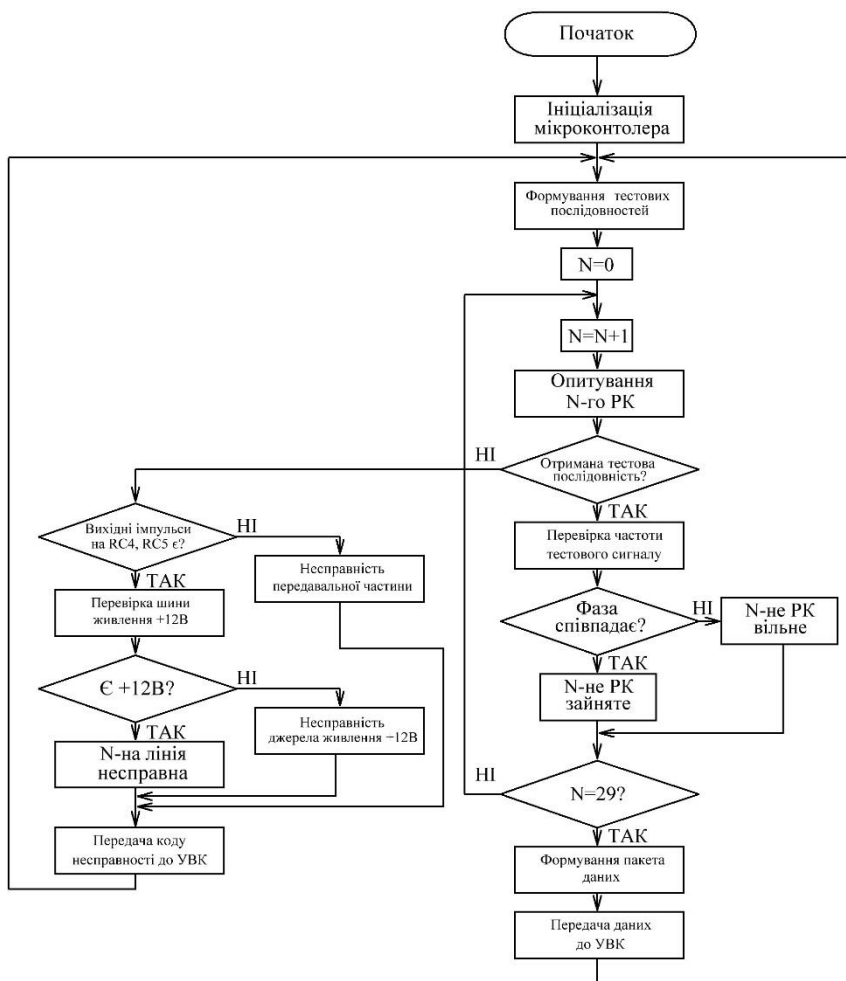


Рис. 3.7 Алгоритм роботи контролера рейкових кіл

Робота алгоритму починається з ініціалізації мікроконтролера, тобто налаштування частоти, портів вводу/виводу і т. д. Далі мікроконтролер формує тестовий сигнал і подає його до кожного з 29 колійних реле. Після цього відбувається опитування рейкових кіл. Якщо сигнал надійшов до колійних реле, перевіряється фаза цього сигналу, при збігу фаз контролер надає інформацію про зайнятість рейкового кола, при розбіжності фаз – вільність рейкового кола. Якщо було опитано всі 29 колійних реле, формується пакет даних з інформацією про рейкові кола і передається до УВК, якщо було опитано менше 29 колійних реле, то алгоритм повертається до опитування стану наступного РК.

Якщо ж тестова послідовність не надходить до мікроконтролера, починається пошук несправностей. Спочатку відбувається самоперевірка контролера, чи надходять з нього тестові послідовності, якщо так, далі перевіряється шина джерела живлення +12 В. При справності джерела живлення +12 В – це означатиме, що N-на лінія несправна.

Після виявлення несправності, формується пакет даних про несправність і передається до УВК.

3.2.2 Опис принципової схеми контролера

Контролер складається з мікроконтролеру DD1 типу PIC18F4685, який являється основним компонентом, CAN-трансиверу DD2 типу MCP2551 для зв'язку контролера з УВК, двох підсилювачів на базі транзисторів VT1, VT2 – для комутації живлення контактів колійних реле, елементів гальванічної розв'язки DA1-DA32 – в якості яких використовуються транзисторні оптрони АОТ128.

Припустимо, що рейкове коло 1 вільне і його реле знеструмлене, тобто замкнений тиловий контакт колійного реле П1. Мікроконтролер DD1 формує тестовий сигнал і подає його на бази транзисторів VT1, VT2. Транзистори відкриваються і комутують живлення для контактів колійного реле. Струм починає протікати від шини +12В через оптрони DA14, DA15 до шини контактів колійного реле П1. Далі струм через тиловий контакт колійного реле П1, через оптрон DA1 поступає до мікроконтролера DD1, що визначає, який саме сигнал надійшов – сигнал тилового чи сигнал фронтового контакту і далі через CAN-трансивер передає інформацію до УВК.

При вступі вагона на рейкове коло 1, колійне реле 1 стає під струм - замикається фронтовий контакт. Мікроконтролер DD1 знову формує тестовий сигнал і подає його на бази транзисторів VT1, VT2. Далі робота контролера аналогічна, але струм до мікроконтролера поступає вже через фронтовий контакт колійного реле 1.

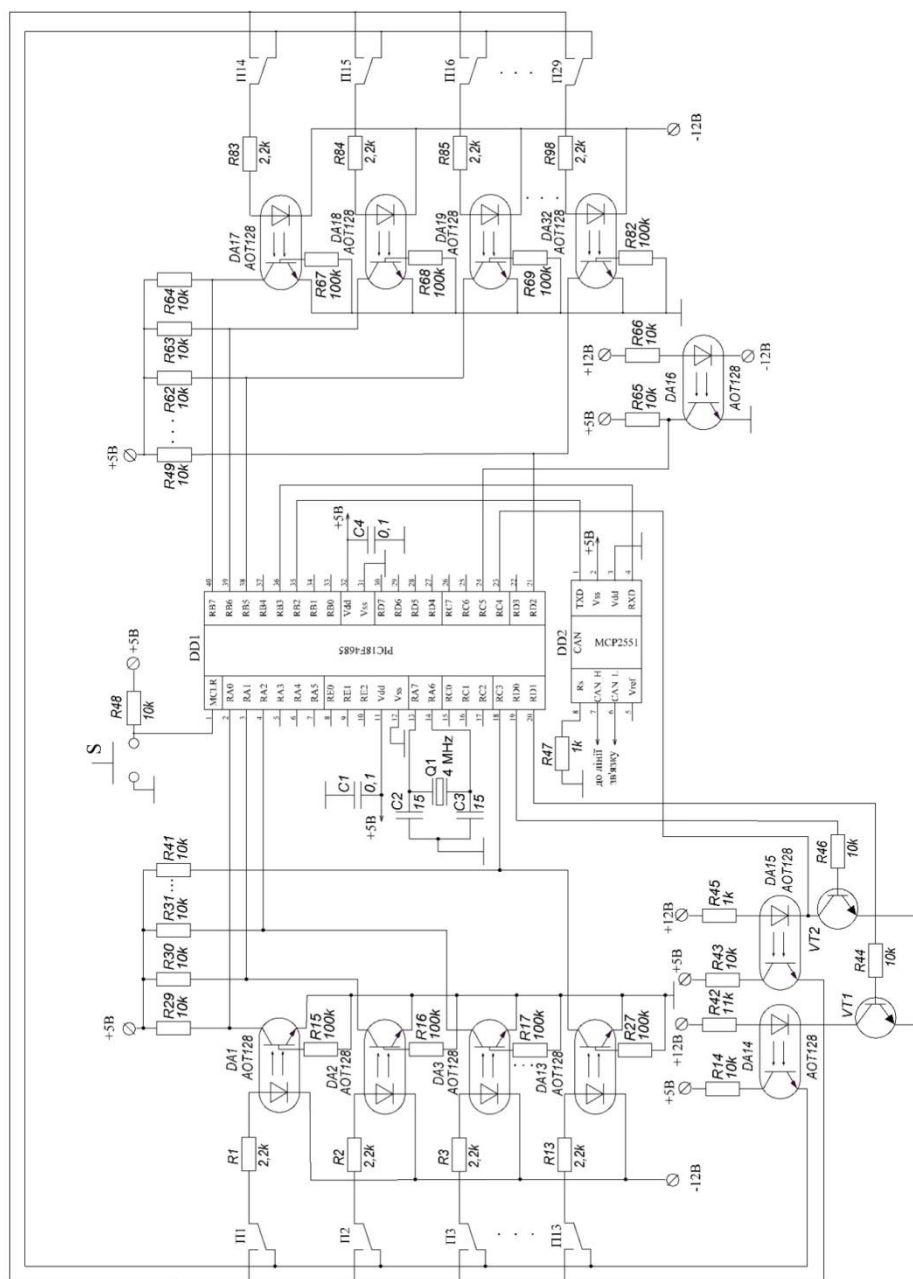


Рис. 3.8 Принципова схема контролера рейкових кіл

3.3 Розробка безконтактної схеми управління стрілкою

3.3.1 Огляд існуючих схем управління стрілками гіркової автоматичної централізації

У цей час в Україні на сортувальних гірках використовуються гіркові стрілочні електроприводи типів СПГ-3 та СПГБ-4М [10]. Ці електроприводи

відрізняються від електроприводів електричної централізації (ЕЦ) і мають такі особливості:

- зменшено передаточну кількість редуктора (43,69 замість 70), що дозволяє зменшити час переведення стрілки з 5 с до 0,5 с за рахунок зниження тягового зусилля з 6 до 2 кН;

- на електродвигун МСП-0,25 з номінальною напругою 100 В подається напруга 220 В, що надає ще більше прискорення під час переведення стрілки за рахунок збільшення потужності електродвигуна до 740 Вт, але спричиняє й швидке зношування колектора. Наприклад, на головних стрілках гірок підвищеної потужності міжремонтний строк електродвигуна не перевищує трьох місяців;

- стрілочний електропривод СПГБ-4М має безконтактний автоперемикач, що підвищує його ресурс до 10^6 переводів стрілки (у СПГ-3 ресурс становить $0,75 \cdot 10^6$ переводів).

Релейна схема керування стрілочним електроприводом типу СПГ-3 з блоком СГ-66

На рис.3.9 наведена шестипровідна релейна схема СГ-66 для керування стрілочним електроприводом типу СПГ-3, що містить у собі такі реле:

- НПС і ППС – нейтральне та поляризоване пускові реле;
- ПК й МК – плюсове та мінусове контрольні реле;
- АВ – реле автоматичного повернення стрілки з уповільненням на відпускання 1,2...1,8 с;
- ВЗ – реле для контролю взрізу стрілки.

Схема керування стрілкою з блоком СГ-66 має багато спільного з роботою двопровідної схеми керування стрілочним електроприводом ЕЦ, але має й ряд особливостей:

- для підвищення швидкості роботи в схемі керування приводом не використовують реверсивне реле, час вмикання якого становить 0,15...0,2 с;

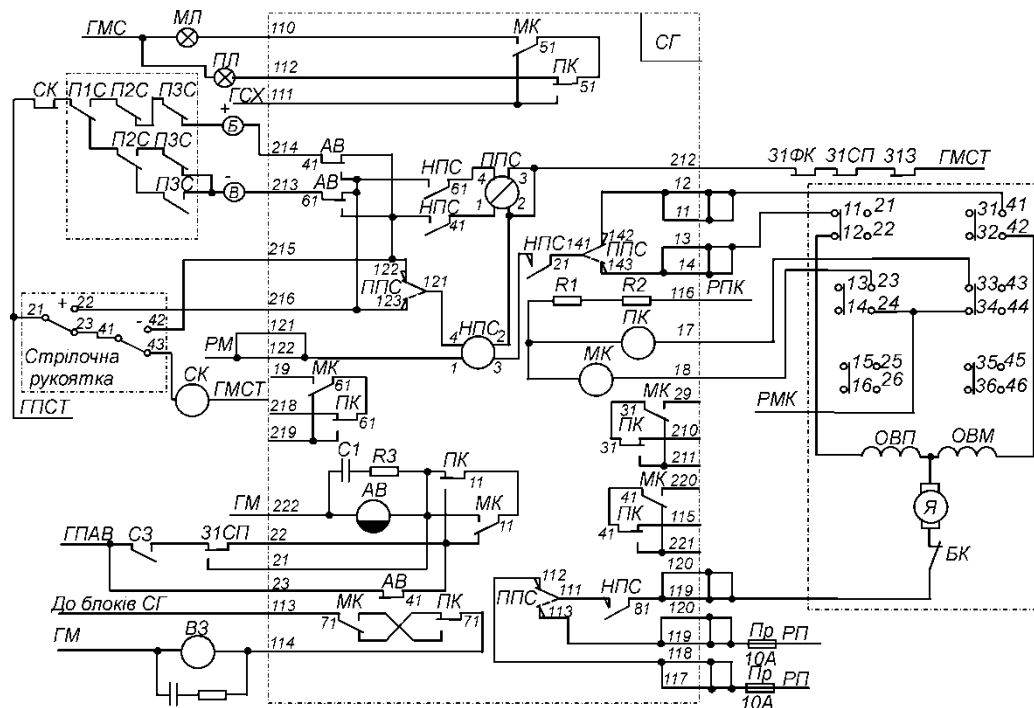


Рис. 3.9 Схема керування стрілочним електроприводом СПГ-3

- контрольні реле ПК і МК підключаються безпосередньо до контактів автоперемикача, минаючи тилові контакти нейтрального пускового реле, що має вповільнення на вимикання якоря 0,2...0,25 с;
- напруга живлення контрольного кола становить 220 В, що прискорює вмикання контрольних реле ПК і МК за рахунок зменшення часу перехідного процесу, а для гасіння зайвої напруги послідовно з обмотками даних реле включені резистори $R1$ та $R2$ з опором 10 кОм кожний;
- дублювання в робочому колі монтажних проводів і контактів блока (11-12, 13-14 і т.д.), що знижує ймовірність зупинки стрілки в середньому положенні через обрив проводів або втрату контакту;
- наявність двох запобіжників, що перемикаються контактом реле ППС, дозволяє повернути стрілку в початкове (плюсове) положення у випадку перегорання одного з них під час роботи електродвигуна на фрикцію. Відчеп у цьому випадку направляється на «чужу» колію, але не сходить із рейок;
- у схемі передбачений режим автоматичного повернення стрілки в початкове положення, якщо під час переведення стрілки вона не доходить до кінцевого положення і не дає контролю положення стрілки більш ніж 1,2...1,8 с. Для цього реле АВ постійно перебуває під струмом з контролем плюсового або

мінусового положення стрілки (за допомогою контактів реле ПК і МК) і контролю зайнятості стрілочної ділянки (за допомогою контактів колійного реле 31СП).

На рис.3.9 наведена схема керування стрілкою, що перебуває в плюсовому положенні (замкнуті фронтові контакти реле ПК). Стрілкою можна керувати в ручному режимі за допомогою стрілочних комутаторів на пульті ГАЦ, а також у автоматичному режимі за допомогою повторювачів сортувальних реле блоків типу IV (П1С–П3С). Для переходу в автоматичний режим керування стрілкою необхідно поставити стрілочні комутатори в середнє положення, і при цьому реле СК буде ввімкнено.

Під час автоматичного переведення стрілок оператору важко вчасно помітити роботу двигуна на фрікцію й повернути стрілку в початкове положення до вступу відчепу на вістряки. Для виключення сходу відчепу з рейок передбачають автоматичне повернення стрілки у початкове положення за допомогою реле АВ. За нормальної роботи стрілки це реле одержує живлення через свій фронтовий контакт і фронтовий контакт одного з реле контролю положення стрілки (ПК або МК). У випадку вимикання обох контрольних реле на час більше 1,4 с, що значно перевищує тривалість нормального переведу стрілки, реле АВ відпускає якір. Це приводить до повернення стрілки у початковий стан.

Спрацювати реле АВ може тільки в момент звільнення стрілки відчепом, тому для кожного відчепу гарантується виконання тільки однієї команди на повернення стрілки.

Гірковий стрілочний електропривод типу СПГБ-4М. СПГБ-4М має однакову конструкцію з електроприводом СПГ-3, за винятком застосування безконтактного автоперемикача, використання якого дозволяє підвищити ресурс роботи електропривода СПГБ-4М до 10^6 переводів. Як безконтактні автоперемикачі застосовуються магнітні датчики, що працюють за трансформаторним принципом. Датчик має пересувний сердечник, який представляє собою пасивний магнітний шунт. У разі переведення стрілки в

плюсове або мінусове положення магнітний шунт переміщується так, що замикає магнітний потік між первинною й вторинною обмотками датчика. У результаті цього у вторинній обмотці наводиться ЕРС, що використовується у контрольному колі для вмикання контрольного реле положення стрілки ПК або МК. Недоліком всіх релейних схем керування стрілками є швидке зношування контактів пускових реле в робочому колі керування електродвигуном. Використання для комутації струму електродвигуна тиристорів дозволяє позбутися цього недоліку. На рис. 3.101 наведена схема тиристорного блока СГ-76М, призначеного для керування стрілочними електроприводами типу СПГБ-4М.

До складу тиристорного блока керування СГ-76М входять:

- нейтральне керуюче реле НУС типу НПМЗ-0,2/220;
- поляризоване керуюче реле ПУС типу ПМПУ-150/150;
- нейтральне допоміжне реле НВС типу КДР1;
- тиристорні комутатори E2(+) і E2(-), які здійснюють безконтактну комутацію для вмикання та вимикання електродвигуна під час переведення стрілки;
- реле автоматичного повернення стрілки АВ типу АНМ2-380;
- контрольні реле положення стрілки ПК і МК типу НМ1-7000;
- реле технічної діагностики ТД типу ПМПУ-150/150.

Кожен тиристорний комутатор має два тиристори: VS – пусковий і 3VS – замикаючий, керування якими здійснюється контактами реле НВС і ПК(МК). Для керування стрілочним електроприводом типу СПГБ-4М використовується дев'ять проводів: три робочих кола 11-12, 13-14 й 15-16, по яких виконується вмикання обмоток збудження електродвигуна ОВП й ОВМ; чотири контрольних кола 27-17 й 28-18 для вмикання контрольних реле ПК і МК, два кола для живлення датчиків безконтактного автоперемикача. Якщо на стрілці використовується пневматичне очищення від снігу, то необхідно ще три кола для керування електромагнітами ПЭПК і МЭПК. Провідники в робочому колі вмикання двигуна дублюються, що підвищує надійність переведення стрілки у випадку обриву одного з них.

[illegible]

Стрілку можна перевести в мінусове положення вручну поворотом стрілочної рукоятки або автоматично у разі вмикання сортувальних реле (1С або 3С). У результаті цього одержують живлення реле НВС і НУС (по верхній обмотці 4-2). У колі вмикання даних реле перевіряються такі умови: вільність стрілочної ділянки (реле 31СП), відсутність замикання стрілки в маршруті (реле 313), відсутність на ділянці вагона з довгою базою (фотоелектричний пристрій 31ФК), справність тиристорних комутаторів E2(+) і E2(-) (реле ТД).

48

оскільки через нього проходить струм, заданий резистором $R6$ і недостатній для втримання його у відкритому стані. Діоди $VD1.1$, $VD2.1$ й $VD2.2$ виключають подачу негативного потенціалу з конденсатора $C1$ на керуючі електроди в момент відкриття тиристора $3VS$ і закриття VS , що може призвести до пошкодження останнього.

Якщо переведення стрілки затягується на час, більший ніж 1,8 с, то вимикається реле АВ і відбувається автоматичне повернення стрілки із середнього в початкове положення.

3.3.2 Структура та принцип дії безконтактної схеми управління стрілкою

Була розроблена наступна структура безконтактної схеми управління стрілкою.

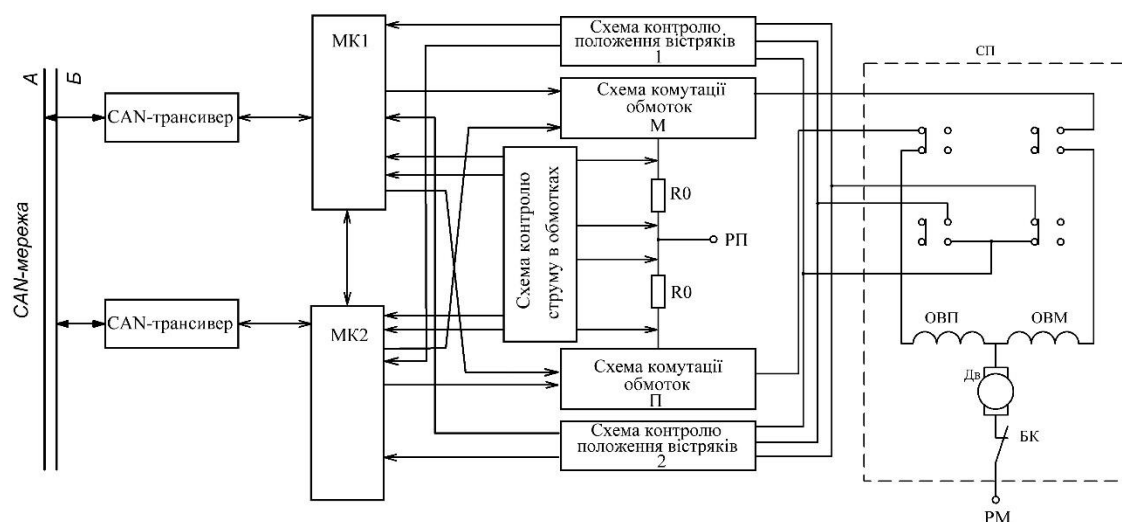


Рис. 3.11 Структура безконтактної схеми управління стрілкою

Ця схема містить два мікроконтролери, дві схеми комутації обмоток, дві схеми контролю положення вістряків, схему контролю струму в обмотках та дубльований CAN-інтерфейс для зв'язку з УВК, що дозволяє обмінюватися даними, навіть у випадку виходу із строю однієї з мереж. Цей інтерфейс реалізується завдяки CAN-трансиверам, виконаними окремими мікросхемами та CAN-контролерам, вбудованими в мікроконтролери. Таким чином, схема має зв'язок одразу з двома окремими CAN-мережами. Таке дублювання дозволяє відслідковувати відмови на різних рівнях системи в цілому, адже при виході з

роботи однієї мережі, інша буде працювати, що дозволяє продовжити працювати схемі, зберігаючи захист дублюванням. Це реалізується завдяки зв'язку між мікроконтролерами, коли мікроконтролер (МК), що залишився на зв'язку з УВК, транслює команди від УВК до відключеного від мережі МК.

Самі МК виконують роль перетворювачів команд від УВК у керуючі сигнали для схем комутації, та перетворювачів сигналів контролю положення стрілки у інформацію для УВК. Отримані з мережі команди в МК проходять багатоступеневу перевірку на валідність, контроль за виконанням і у разі помилок – виконання захисних дій, як автоматичне повернення в попереднє положення і т. д. Також МК виконують основну роботу по самоконтролю схеми керування стрілкою.

Схеми комутації обмоток, отримуючи команди від МК, подають струм до обмоток двигуна у приводі. При подачі струму для перевodu стрілки, схема реалізує логіку логічного множення, або «І», тому необхідно дві команди від двох МК, що забезпечує захист від помилкового перевodu. Ця схема містить в собі гальванічну розв'язку.

Для контролю положення гостряків використовується дві схеми контролю положення, що дає можливість контролювати справність цих схем по їх показанням(у разі відмови – їх показання будуть відрізнятись).

Для безконтактної схеми керування стрілкою, з урахуванням структури та особливостей схеми, був розроблений алгоритм, який зображений на рис. 3.13.

В алгоритмі передбачено багато перевірок, метою яких є підтвердження правильної роботи схеми перед виконанням важливих команд. Наприклад, команда перевodu стрілки для кожної стрілки унікальна, тобто, якщо випадково буде прийнята команда для іншого контролера стрілки, то вона не виконається, бо командою для перевodu є комбінація з коду положення та коду стрілки і якщо код стрілки не зійдеться – переведення не відбудеться.

Давайте розглянемо алгоритм роботи пристрою. При подачі живлення, пристрій очікує правильної відповіді від УВК, що буде означати справність

каналу зв'язку та робото-спроможність УВК. У випадку відсутності зв'язку із УВК, контролер виключається і тільки після повторної подачі струму буде нова спроба зв'язатися. Якщо зв'язок встановлений, то починається цикл обробки вхідних команд.

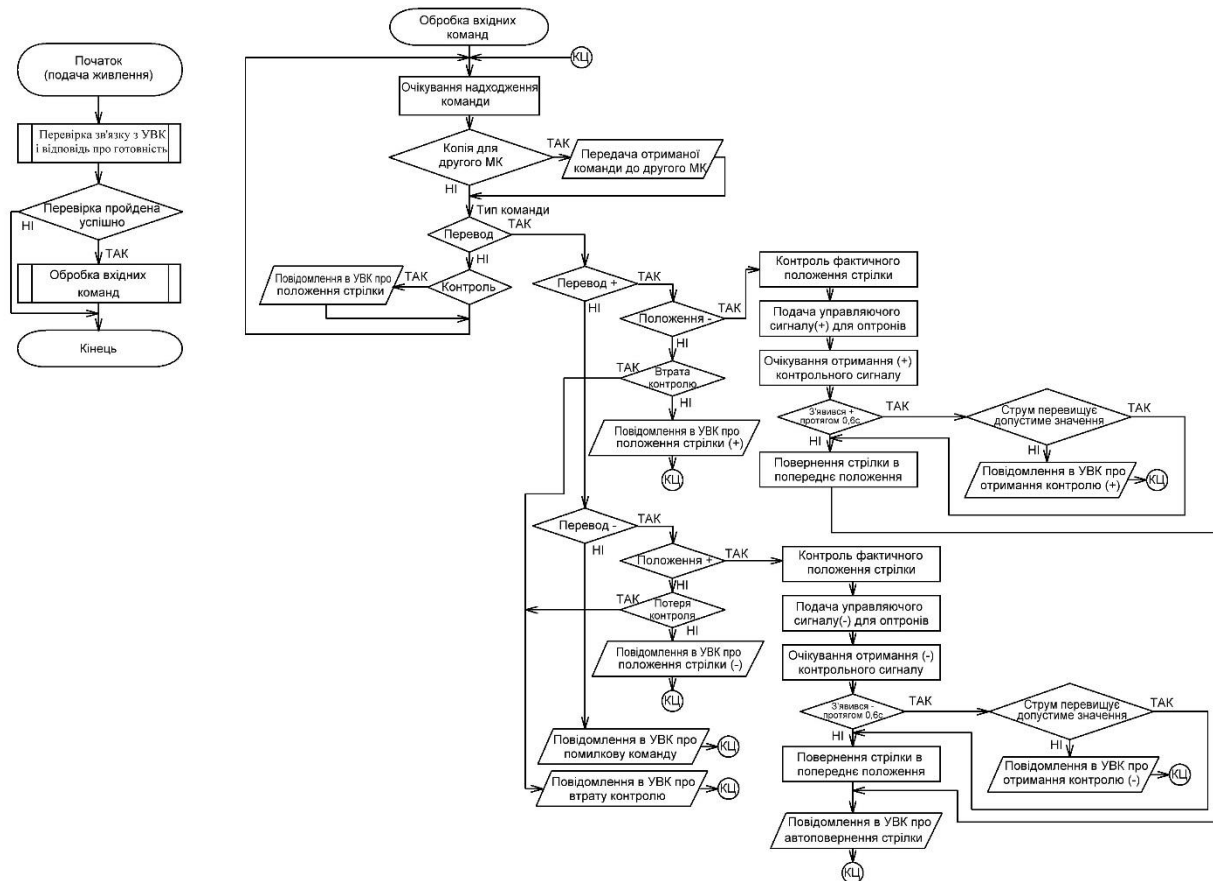


Рис. 3.12 Алгоритм роботи безконтактної схеми управління стрількою

Основними командами є отримання контролю положення гостряків та перевід стрілки у нове положення. У початку циклу, контролер очікує на нову команду. Після отримання команди, перевіряється її сигнатура. Команда стрілки складається по мимо з коду самої команди, ще й коду номера напільного пристрою, тому, якщо до контролера все ж таки прийде команда для іншого контролера, він не відреагує на неї.

При запиті контролю положення, відповідь містить номер напільного об'єкту та код положення стрілки. Якщо була команда переведення, то виконується перевірка поточного положення, і якщо є контроль, то тільки тоді буде дана команда для схеми комутації на подачу струму у потрібну обмотку.

Після подачі струму, контролер очікує на появу контролю нового положення. Якщо контроль не з'являється, до УВК відправляється повідомлення із номером цього об'єкту і кодом помилки втрати контролю положення. Якщо контроль отриманий протягом 1,5 с – перевіряється величина струму, якщо ця величина не перевищує допустимого значення – до УВК сповіщається про отримання контролю положення стрілки. Якщо протягом 1,5 с контроль не отриманий – проводиться автоматичне повернення гостряків в попереднє положення та передається повідомлення про це.

Якщо є одразу контроль того положення, у яке потрібно перевести стрілку, то одразу до УВК повідомляється про контроль положення.

Якщо команда не розпізнана – УВК сповіщається про нерозпізнаний запит.

У випадку відмови однієї з мереж стрілочних контролерів, МК, що залишився із зв'язком, буде дублювати отримані команди через між-мікроконтролерний зв'язок і через нього ж ретранслювати відповіді того, що залишився від'єднаним.

3.3.3 Опис принципової схеми управління стрілкою

Безконтактна схема управління стрілкою складається з наступних елементів: 2-х мікроконтролерів DD1, DD3 типу PIC18F2682, які з'єднанні між собою і являються основними компонентами схеми, 2-х CAN-трансиверів DD2, DD4 типу MCP2551 для з'єднання контролера з УВК та елементів гальванічної розв'язки – в колі контролю положення стрілки це оптрони DA2-DA4, DA9 типу AOT128, а в колі комутації обмоток це твердотільні реле типу CDH2523DD3.

Давайте розглянемо роботу схеми при переведенні стрілки в мінусове положення. Обоє мікроконтролерів DD1, DD2 формують сигнали на виходах П, які поступають на твердотільні реле DA5, DA6. Далі з виходу OUT1 твердотільного реле DA5 сигнал через контакти автоперемикача 11-12, плюсову обмотку ОВП, сам якір і через блок контакт поступає до робочого мінусу РМ і стрілка починає переводитись.

напруги зменшується на стільки, що сигнал стає рівним логічному 0. Таким чином, ми отримаємо переданий тестовий сигнал. Фіксація контролю положення відбувається тільки тоді, коли сигнал має достатній рівень і частоту тестового сигналу. Так реалізовано динамічний режим контролю, бо постійний струм не буде прийнятий, як контрольний сигнал.

3.4. Висновки до третього розділу

1. Важливими частинами мікропроцесорної системи гіркової автоматичної централізації є об'єктні контролери: контролери рейкових кіл та стрілок. В рамках даної роботи розроблені структурні та принципові схеми, а також алгоритми роботи таких контролерів.

2. Розроблений контролер рейкових кіл дозволяє опитувати 29 колійних реле. Таким чином, для обладнання сортувальної гірки станції Нижнєдніпровськ-вузол де використовується 113 рейкових кіл необхідно два ідентичних комплекти із 4 контролерів. Для забезпечення функціональної безпеки використовуються імпульсні тестові сигнали в контрольних колах колійних реле. У випадку будь-яких відмов порушується імпульсний режим опитування, що фіксується контролером.

3. Розроблений контролер стрілки виконує наступні функції: комутація напруги живлення на обмотку збудження стрілочного двигуна, контроль положення стрілки, автоматичне повернення стрілки. Для забезпечення високої надійності застосовується двоканальна структура контролера та включення елементів комутації за схемою «Логічне множення». Опитування контактів автоперемикача виконується в імпульсному режимі. Функція автоматичного повернення реалізується у випадку роботи стрілки на фрикцію та втрати контролю при переводі.

4 РОЗРОБКА КОНТРОЛЕРА ВЕРШИНИ ГІРКИ

4.1 Структура та принцип дії контролера

Контролер вершини гірки повинен бути більш відмово стійким, ніж інші пристрої контролю колії, бо відмова пристрою в цілому позбавляє можливості швидко розформувати склад, а найголовніше — прийдеться зупиняти вже початий розпуск. Виходячи з цих обставин, було прийнято рішення зробити мажоритарне резервування, яке дозволило би працювати пристрою, навіть у випадку виходу зі строю одного МК. Такий підхід вирішує позначену вище проблему.

В результаті досліджень запропонований метод ідентифікації фізичних вагонів в рухомому складі. Цей метод заснований на використуванні осевої симетрії вагонів різного типу щодо їх центру, а також на введенні поняття характеристичне число (рис 4.1). На основі методу ідентифікації фізичних вагонів в рухомому складі ми і розроблюємо даний пристрій підрахунку осей та вагонів у відчепі [11].

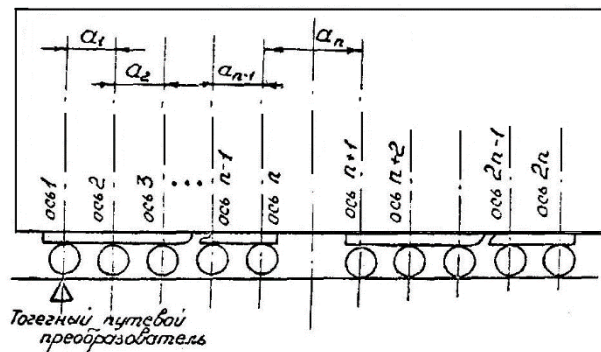


Рис. 4.1 Схема взаємного розташування осей вагонів

Структурна схема пристрою наведена на рис. 4.2. Вона складається з наступних елементів: датчиків типу ДПД-01, перетворювачів сигналу, мікроконтролерів типу PIC18F2682 та CAN-трансиверів типу MCP2551. При проходженні колісних пар над датчиками на їх виході формуються імпульси, що передаються на перетворювач точкових датчиків. Після перетворення гармонійного сигналу датчика у стандартні сигнали постійного струму і напруги, які необхідні для управління роботою релейних та електронних схем,

вони передаються на мікроконтролери. За допомогою мікроконтролерів обчислюється кількість осей та кількості вагонів у відчепі і далі інформація передається на вирішуючий пристрій.

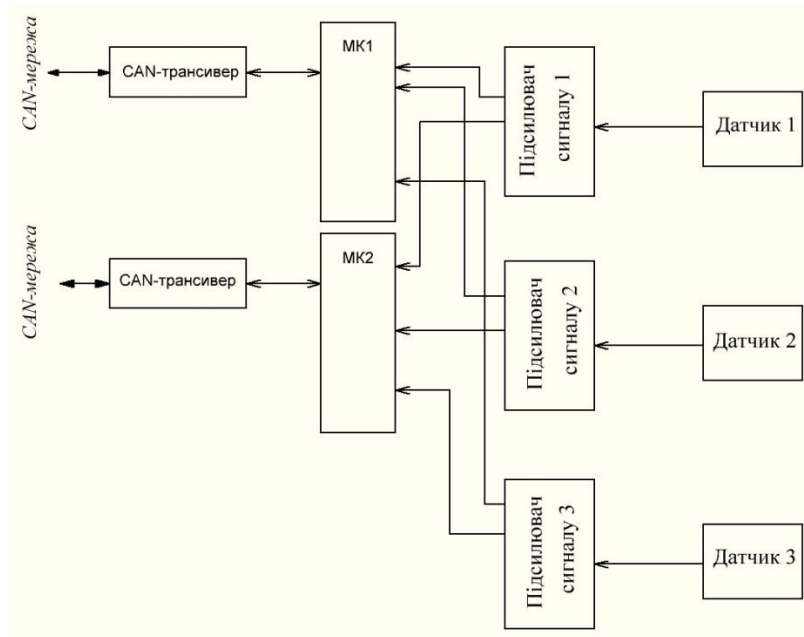


Рис. 4.2 Структурна схема контролера вершини гірки

4.2 Алгоритм роботи контролера вершини гірки

Алгоритм визначення типу вагона та підрахунку кількості вагонів наведений на рис. 4.3. Він заснований на використанні осьової симетрії вагонів різних типів відносно їх центру, а також на впровадженні поняття характеристичне число.

Характеристичним числом назвемо відношення першого міжосьового інтервалу до наступних [11]

$$k_i = \frac{a_1}{a_i}, i = \overline{2, 2n-1}, \quad (4.1)$$

де a_1 - відстань між першою і другою колісними парами

a_i - відстань між a_{i-1} і a_i колісними парами.

Аналіз парку вагонів, що використовується в країнах СНГ, показує, що для різних типів вагонів можна ввести еталонне характеристичне число $k_{\text{эт}}$, що є відношенням першого міжосьового інтервалу a_i до центрального (для всіх

типів вагонів $k_{\text{эт}}$ не перевищує 0,68). Для інших міжосьових інтервалів відношення (4.1) рівне або більше 0,8.

При проходженні колісних пар вагонів над колійними датчиками на їх виходах формуються імпульси. Часовий інтервал між двома сусідніми імпульсами пропорційний швидкості руху транспортного засобу. Наприклад, для інтервалу часу між проходженням першої і другої осей вагонів маємо

$$t_{1,2} = \frac{ka_1}{V} \quad (4.2)$$

де k - коефіцієнт пропорційності,

V - швидкість руху рухомої одиниці.

Аналогічні інтервали часу можна отримати для наступних осей

$$t_{2,3} = \frac{ka_2}{V}, \quad t_{3,4} = \frac{ka_3}{V}, \dots, t_{i,i+1} = \frac{ka_i}{V}. \quad (4.3)$$

Ділення інтервалу часу $t_{1,2}$ на наступні дозволяє отримати відношення k_i (4.1). При цьому очевидно, що отримане відношення не залежить від швидкості руху транспортного засобу, а визначається тільки конструктивними характеристиками вагону.

Якщо одержуване в процесі ділення відношення більше еталонного характеристичного числа, необхідно продовжувати визначення відношень. У разі, коли відношення стає рівним або меншим еталонного, то це свідчить про те, що над колійним датчиком пройшов центральний міжосьовий інтервал вагону і почалося проходження над колійним датчиком другої половини вагону.

Одночасно з процедурою ідентифікації може бути підраховано кількість осей у вагоні, яке може бути здійснено таким чином. Підрахунок і запам'ятовування кількості часових інтервалів для осей, що пройшли над колійними датчиками до моменту часу, коли відношення інтервалів стає рівним або меншим еталонного, дає можливість визначити число осей в транспортному засобі, що ідентифікується, відповідно до виразу

$$N = 2 \cdot m, \quad (4.4)$$

де m – число часових інтервалів, для яких характеристичне число менше або дорівнює еталонному.

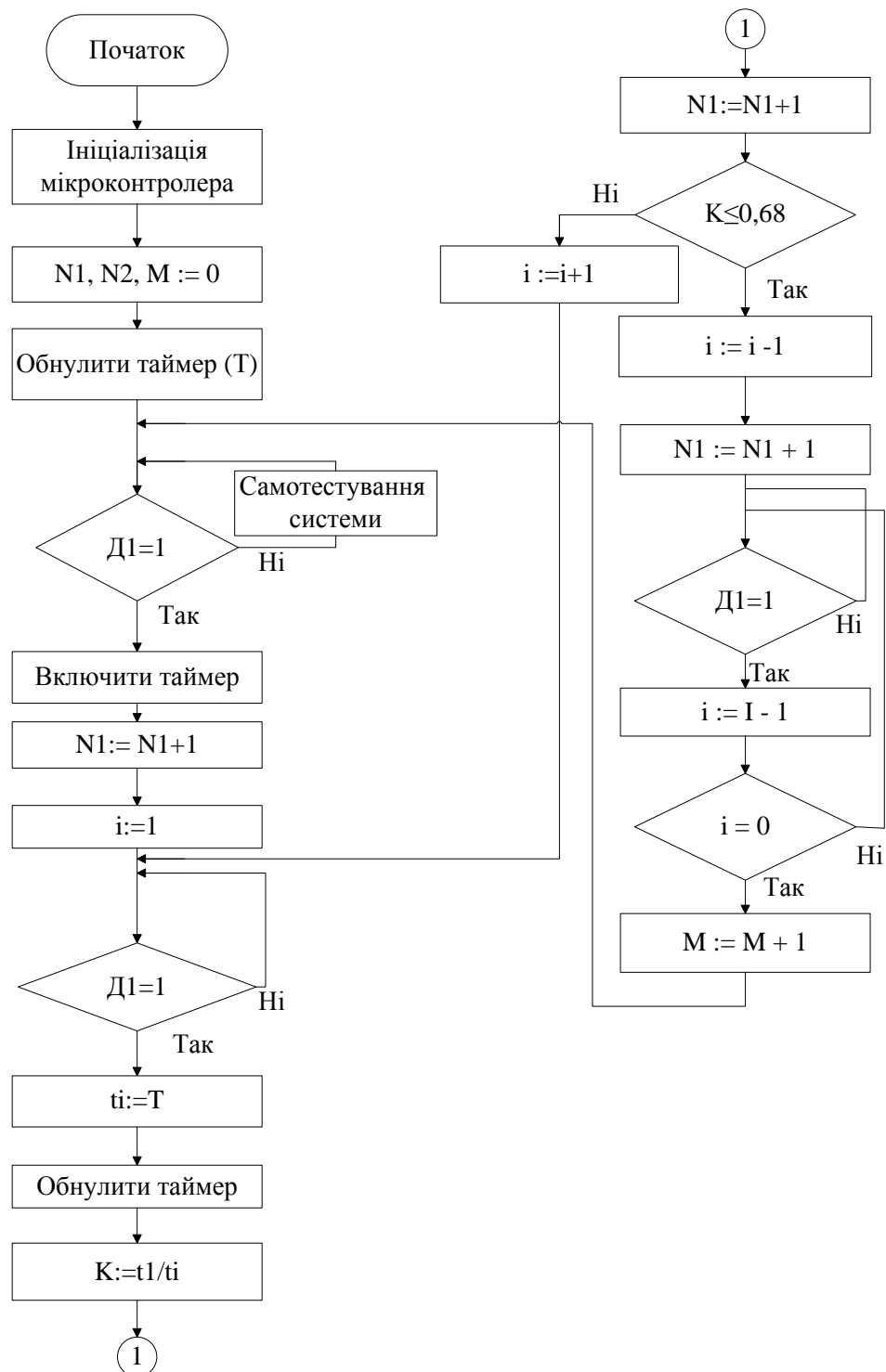


Рис. 4.3 Алгоритм роботи пристрою підрахунку осей та вагонів у відчепі

Для визначення моменту проходження над колійним датчиком останньої вісі транспортного засобу, що характеризує закінчення проходження його над колійними датчиками, необхідно підрахувати число осей вагону в другій його

половині і зіставити з кількістю заповнених вище інтервалів часу. Момент досягнення рівності відповідає підтвердженню симетричності вагону, а також означає закінчення проходження вагону, після чого можна провести підрахунок вагонів.

Розглянемо алгоритм роботи пристрою підрахунку осей та кількості вагонів у відчепі. На початку роботи відбувається ініціалізація мікроконтролеру. Данні N1, N2, M обнуляються. Також обнуляються значення таймера. При очікуванні проходження першої осі над датчиком Д1 система проходить самотестування. При проході колісної пари спрацьовує датчик Д1, вмикається таймер. Отримуємо дані про проходження першої осі першої половини вагону, що розпізнається. Чекаємо на наступне спрацьовування датчика Д1. При спрацьовуванні фіксується значення таймера, а потім його вміст прирівнюється нулю. Значення N1 інкрементується. Визначається характеристичне число. Здійснюється порівняння отриманого характеристичного числа з його еталонним значенням. Якщо $K > 0,68$, то інкрементується значення кількості осей у вагоні та очікується проходження наступної осі над датчиком Д1. Якщо $K \leq 0,68$, то значення кількості осей у вагоні декрементується, а значення кількості осей, що проїхали над датчиком Д1 збільшується на одиницю. При кожному наступному проходженні осі над датчиком Д1 значення кількості осей у вагоні декрементується до моменту коли воно буде дорівнювати нулю. Значення кількості вагонів у відчепі збільшується на одиницю та алгоритм повторює свою роботу спочатку.

У цей ж час працює підпрограма визначення відчепу (рис.4.4). Це підпрограма обробки переривань. Вона починає працювати при проході над датчиком Д2 осі. При цьому інкрементується значення кількості осей N2 і це значення порівнюється зі значенням N1, що ми отримали у попередньому алгоритмі.



Рис. 4.4 Підпрограма визначення відчепу

Якщо ця різниця не дорівнює нулю, то програма визначення відчепу вимикається і продовжується попередній алгоритм. Але якщо різниця дорівнює нулю, тобто кількість осей що пройшли над датчиками Д1 та Д2 збіглася, то оператору передається інформація про число вагонів у відчепі М. Обнуляються значення N1, N2, М та таймеру. Пристрій вимикається та очікуємо наступний відчеп.

4.3. Огляд існуючих точкових колійних датчиків

4.3.1. Класифікація точкових колійних датчиків

Колійний датчик призначений для використання в області залізничної автоматики, зокрема для визначення положення осі колеса щодо центру датчика і рахунки осей рухомого складу [12].

Типи точкових колійних датчиків існуючих і що розробляються можна класифікувати по наступних основних ознаках: енергетичному режиму, схемному принципу роботи, інформаційним принципам (виконуваним функціям), принципу дії (фізичним принципам роботи), способам конструктивного компонування.

За енергетичним режимом роботи первинних перетворювачів датчики підрозділяють на параметричні й генераторні. У параметричних датчиках зміна

вхідного впливу викликає зміну параметрів його електричного або магнітного кола. У генераторних датчиках вхідний вплив приводить до виникнення е.р.с. у перетворювачі.

За схемним принципом датчики можуть бути віднесені до одноканального (з послідовним перетворенням параметрів, що впливають), двухканальним (диференціальним) і мостовим з первинними перетворювачами параметричного типу.

За функціями що виконуються розрізняють датчики контролю проходження й напрямку руху рухомого складу, контролю стану колісних пар, виміру ваги, швидкості й прискорення рухомої одиниці.

За фізичними принципами дії датчики діляться на механічні, електричні, оптичні, акустичні й радіоізотопні.

На сортувальних гірках в Україні на сьогоднішній день використовуються наступні типи датчиків:

- Індукційний датчик ПБМ-56;
- магнітна педаль ДП-50-80;
- датчик диференційний ДПД-01;
- радіотехнічний датчик РТД-С;
- фотоелектричний пристрій ФЕП;
- радіолокаційний вимірювач швидкості РІС-ВЗМ.

4.3.2. Індукційний датчик ПБМ-56

Безконтактна магнітна педаль типу ПБМ-56 являє собою магнітоіндукційний точковий колійний датчик без джерела живлення, який використовується на сортувальних гірках для виключення переведення стрілки під відчепом в разі втрати поїзного шунта. Конструкція педалі і спосіб її кріплення до рейок наведено на рис. 4.5. Педаль ПБМ-56 являє собою сердечник 2, на який насаджена обмотка 1 і закріплену на внутрішній стороні рейки [12].

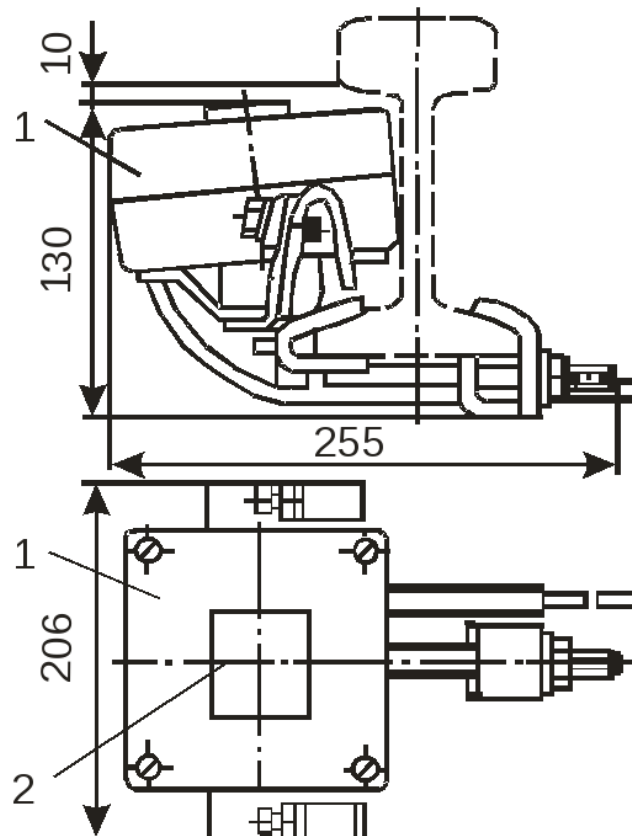


Рис. 4.5 Безконтактна магнітна педаль типу ПБМ-56

Верхню площину магніту розташовують на 10 мм нижче головки рейки. При проходженні колеса або інший феромагнітної маси над педаллю змінюється конфігурація магнітного потоку Φ , в результаті чого в обмотці індукується ЕРС - ε :

$$E = -\omega \cdot \frac{d\Phi}{dt}, \quad (4.5)$$

Швидкість проходження колеса над педаллю визначає швидкість зміни магнітного потоку ($d\Phi / dt$) і, отже, значення вихідного сигналу E . В момент проходження колеса над центром педалі вихідний сигнал змінює полярність. Приймачем сигналу від педалі є поляризоване реле РП-7 в релейній комірці РЯ-ПБМ-56 (рис. 4.6).

Досвід експлуатації датчиків ПБМ-56 на сортувальних гірках показав їх невисоку надійність. Причинами відмов цих датчиків є: вібрація рейок, напресування снігу і льоду, механічні пошкодження, вплив магнітних полів тягових двигунів, кліматичні фактори.

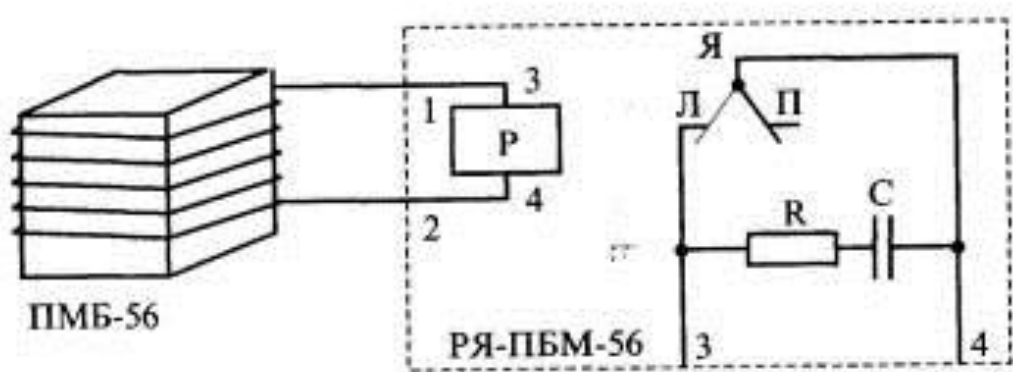


Рис. 4.6 Індукційний датчик ПБМ-56

Істотні недоліки датчика - це низька чутливість, що залежить від швидкості руху відчепа, низька перешкодозахищеність від струмів в рейкових лініях [6].

4.3.3 Трансформаторний датчик ДП 50-80

В даний час більш сучасним є колійний датчик типу ДП-50-80, який позбавлений недоліків педалі ПБМ-56. Цей датчик використовується з перетворювачем сигналу датчика ПСДП-50-81. На відміну від педалі ПБМ-56 шляховий датчик ДП-50-80 працює від джерела живлення змінного струму, в якості якого використовується шляховий трансформатор ПОБС-5АУЗ. Конструкція дорожнього датчика ДП-50-80 приведена на рис. 3.3.

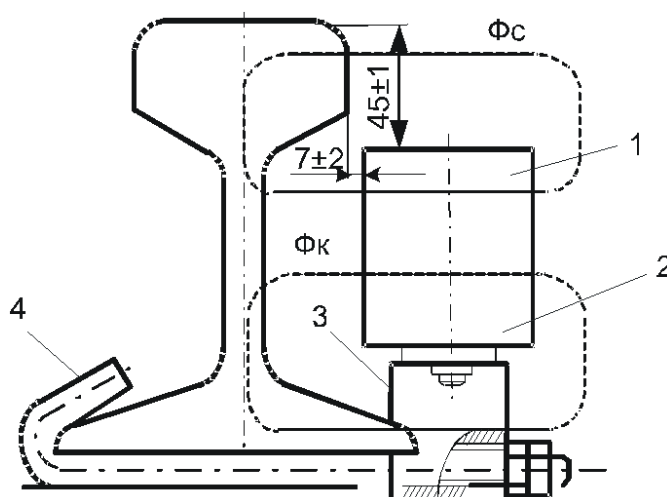


Рис. 4.7. Конструкція колійного датчика ДП-50-80

Принциповою особливістю цього датчика є можливість фіксації нульових швидкостей руху. Чутливий елемент датчика складається з двох стрижневих магнітопроводів. На них встановлені котушки з живлячими

Перетворювач ПСДП-50-81 призначений для дистанційної настройки датчика і перетворення гармонійного сигналу датчика в стандартні сигнали постійного струму і напруги, які необхідні для управління роботою релейних і електронних схем.

—	вузол настройки - резистори R1, R2, R3 і конденсатор C1
—	розділювальний трансформатор T3
—	мостовий випрямляч на діодах VD1-VD4
—	вимірювальний критичний елемент на транзисторах VT1 та VT2
—	параметричний стабілізатор напруги на елементах R10 і VD5
—	підсилювач сигналу на транзисторах VT3 і VT4.

Вузол настройки призначений для усунення сигналу розстройки датчика, він складається з частотного фільтра, амплітудного і фазового регуляторів напруги. Фазовий регулятор (резистори R1 і R3) включає в себе індуктивні опори вихідних обмоток датчика. Амплітудний регулятор складається з резистора R2, підключеного до джерела напруги 5 В частотою 50 Гц. Фільтр виконаний на конденсаторі C1, який дозволяє шунтувати високочастотні складові сигналу датчика. Переміщенням движків резисторів R2 і R3 проводиться дистанційне регулювання датчика, так щоб при відсутності колеса на висновках X1 і X2 перетворювача була напруга не більше 0,1 В. Вузол настройки підключається до датчика трипровідною лінією зв'язку.[6]

4.3.4 Датчик позиційний диференціальний ДПД-01

Достовірність результатів контролю буксових вузлів досягається як за рахунок високої точності вимірювання температури поверхні контролюваного вузла, так і за рахунок високої точності визначення меж контролюваної зони.

Чутливими елементами датчика є дві котушки, намотані на феритових стрижнях-сердечниках. На кожній з котушок зібраний резонансний контур. Контури отримують живлення від вбудованого генератора змінної напруги частотою 30 ... 40 кГц. Виходи контурів підключені до входів амплітудних детекторів, виходи яких диференційно включені на вхід підсумовуючого підсилювача. Вихід підсилювача є вихідним сигналом датчика [12].

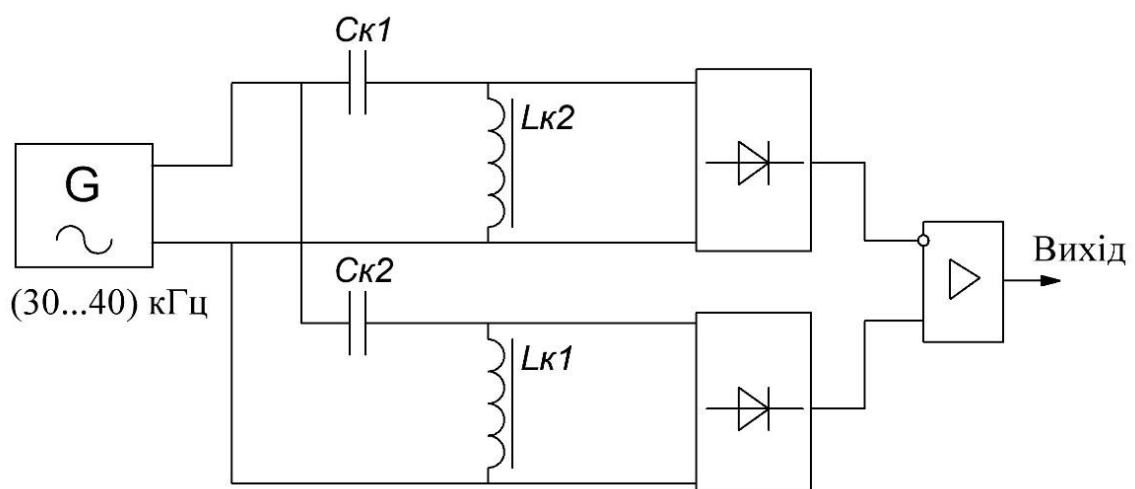


Рис. 4.9 Схема диференційного позиційного датчика ДПД-01

Котушки та електронні компоненти датчика розміщені в пластмасовому корпусі з поліаміду і залиті кремнійорганічним компаундом. Датчик кріпиться до підшви рейки струбциною, що забезпечує надійне кріплення датчика і його захист від ударів і вібрацій.

При установці датчика на рейку чутливі елементи датчика - котушки розташовуються уздовж рейки. При відсутності колеса в зоні чутливості датчика напруги на контурах рівні, і вихідна напруга на виході підсумовуючого підсилювача дорівнює нулю. При вході колеса в зону дії датчика воно наближається до першої по ходу поїзда котушки датчика, електромагнітне поле якої індукує в металевій масі колеса вихрові струми, що викликають зменшення еквівалентного опору контуру першої котушки і, відповідно, зменшення напруги на виході підсумовуючого підсилювача. У міру переміщення колеса щодо датчика ця напруга зменшується, досягає мінімуму і збільшується до нуля в момент, коли вісь колеса знаходиться над серединою датчика (рис. 4.10).

У цей момент колесо розташовується симетрично щодо двох котушок датчика і еквівалентні опори їх контурів рівні. При подальшому переміщенні колеса воно віддаляється від першої котушки і наближається до другої, що призводить до зміни полярності напруги на виході підсумовуючого підсилювача, яка досягає максимуму, коли вісь колеса знаходиться над другою котушкою, і стає рівним нулю, коли колесо виходить із зони дії датчика. Таким чином, датчик ДПД-01 реагує на проходження колеса імпульсом, що складається з двох напівхвиль - негативної і позитивної полярності. Момент переходу від негативної напівхвилі до позитивної відповідає проходу осі колеса над серединою датчика.

Вихідна напруга датчика не залежить від швидкості поїзда, а визначається тільки положенням колеса щодо датчика і висотою його реборди.

Диференціальне включення чутливих елементів датчика захищає його від впливу зовнішніх електромагнітних полів, в тому числі від полів, створюваних зворотними тяговими струмами.

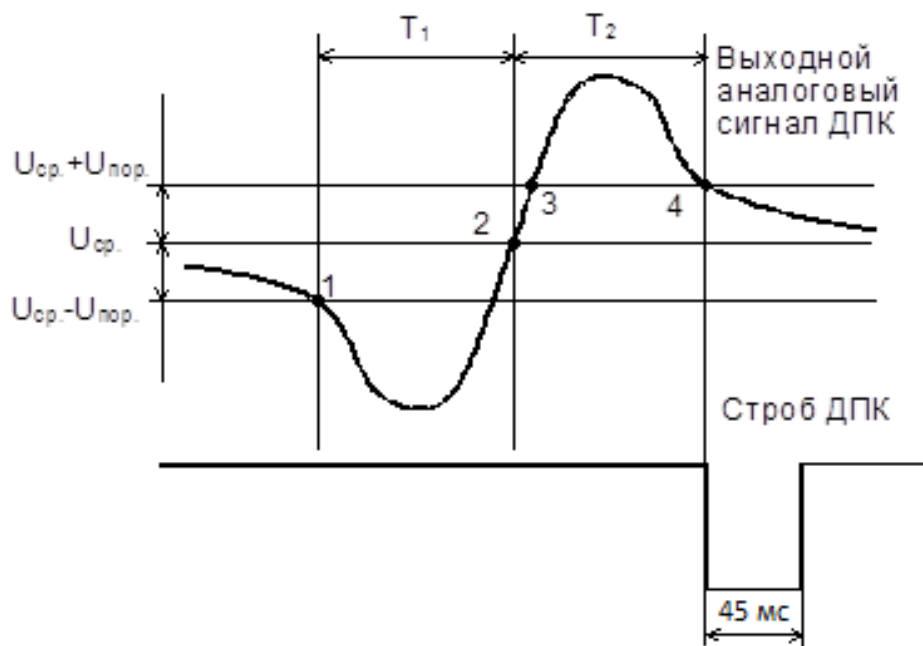


Рис. 4.10 Часова діаграма сигналів

Особливості датчика ДПД-01:

1) Датчик реагує на момент проходження осі колеса над віссю симетрії датчика. Його реакція не залежить від швидкості поїзда (в діапазоні швидкостей від 0 до 300 км/год), діаметра колеса і відстані від поверхні датчика до поверхні катання рейки.

2) Похибка фіксації моменту проходження осі колісної пари над віссю симетрії датчика не більше 10 мм.

3) Датчик забезпечує високоточне вимірювання швидкості проходження кожної осі поїзда і безпомилкове розпізнавання осності кожної рухомої одиниці за обчисленими міжосьовим відстанями.

4) Конструкція вузла кріплення датчика забезпечує надійне кріплення датчика до підшви рейки із забезпеченням розв'язки від впливу ударів і вібрацій.

4.4 Розробка принципової схеми контролера вершини гірки

Пристрій підрахунку осей та вагонів побудований на базі мікроконтролера DD1 типу PIC18F2682, який являється основним компонентом схеми. Схема також містить CAN-контролер DD2 MCP2551 для зв'язку контролера з УВК; диференційні підсилювачі DA1.1, DA1.2, DA1.3 типу

LM358, які використовуються для підсилення сигналу, що надходить від датчиків.

На елементах HL1-HL2, HL6-HL7 АЛС324Б1 побудована індикація для відображення числа осей, які пройшли через датчики та числа вагонів відповідно. Світлодіоди HL3-HL5 АЛ307Б призначені для фіксації проходу колеса відчепу над датчиком.

Давайте розглянемо роботу 1-го комплекту датчика. При проходженні колісної пари над датчиком, він формує сигнал, який поступає на входи диференційного підсилювача DA1.1 LM358. На стабілітронах VD1, VD2 типу КС147А побудований амплітудний обмежувач для захисту підсилювача від перенапруг. При перевищенні допустимого значення напруги, стабілітрони пробиваються і на входи підсилювача поступає допустиме значення напруги.

За допомогою резистора R1 та стабілітрона VD3 КС147А виконується зміщення нульового потенціалу, резистором R6 виконується балансування, а резистором R13 виконується регулювання чутливості.

Далі сигнал з підсилювача поступає до мікроконтролеру DD1 PIC18F2682 (вивід RA0), який в собі містить АЦП. Якщо напруга з виходу підсилювача буде перевищувати верхній рівень напруги 5,6 В – відкривається діод VD10 КД510А і на вхід мікроконтролера поступає допустимий рівень напруги, а вся залишкова напруга падає на резисторі R16.

Якщо ж напруга з виходу підсилювача буде перевищувати нижній рівень напруги 0,6 В – відкривається діод VD11 КД510А – на вхід мікроконтролеру поступає 0,6 В, а залишкова напруга падає на резисторі R16. Далі інформація поступає на CAN-контролер DD2 MCP2551, який через CAN мережу передає інформацію до УБК.

Після проходу відчепу на елементах індикації HL1, HL2 відображається кількість осей у відчепі, а на елементах індикації HL6, HL7 – кількість вагонів у відчепі.

Промисловою мережею називають комплекс обладнання та програмного забезпечення, що забезпечують обмін інформацією між пристроями системи. Промислова мережа є основою для побудови розподілених систем збору інформації та керування.

Промислові мережі мають наступні особливості:

- Спеціальне конструктивне виконання, що забезпечує захист від пилу, вологи, вібрації та ін. негативних факторів;
- Підвищена стійкість до дії електромагнітних завад
- Підвищена міцність кабелю, ізоляції, роз'ємів та елементів кріплення;
- Широкий робочий температурний діапазон (від -40 до +70 °C);
- Підвищена надійність передачі даних;
- Можливість резервування для підвищення надійності;
- Можливість самовідновлення після збою;
- Час доставки повідомлень є детермінованим;
- Можлива робота в режимі реального часу;
- Лінії зв'язку досягають довжини від сотень метрів до декількох кілометрів.

Зв'язок промислової мережі з її компонентами виконується за допомогою інтерфейсів. Інтерфейсом мережі називають логічну або фізичну границю між пристроєм та середовищем передачі інформації. Зазвичай цією границею є набір електронних компонентів і зв'язаного з ним програмного забезпечення.

Найбільш важливими параметрами інтерфейсу є пропускна здатність і максимальна довжина кабелю. Промислові інтерфейси зазвичай забезпечують гальванічну розв'язку між з'єднуваними пристроями. Найбільш поширеними в промисловій автоматизації є наступні інтерфейси: RS-485; RS-232; RS-422; CAN;

Розглянемо більш детально чотири основні інтерфейси:

RS-485. В даному інтерфейсі використовується диференціальний спосіб передачі сигналу. У цьому випадку напруга, що відповідає логічній одиниці або нулю, відраховується не від «землі», а вимірюється як різниця потенціалів між передаючими лініями (Data+ та Data-). При цьому напруга кожної лінії відносно "землі" може бути будь-якою, але не повинна виходити за діапазон $-7 \dots +12$ В.

Приймачі сигналу є диференційними, тобто приймають тільки різницю між напругою на лінії Data+ і Data-. При різності напруги більше 200 мВ, до +12 В вважається, що на лінії встановлено значення логічної одиниці, при напрузі менш -200 мВ, до -7 В – логічного нуля.

Максимальну довжину лінії зв'язку при низькій швидкості визначає запас по напрузі, що становить 1.3 В при порозі спрацьовування приймача 200мВ. При даному запасі максимально довжина лінії може становити 1200м при швидкості передачі даних менше 100кбіт/с.

Завдяки тому, що лінії зв'язку симетричні відносно «землі», завади, що наводяться в них є близькими по формі і розмірам. Таким чином, в приймачі з диференціальним входом сигнал виділяється шляхом віднімання напруги на лініях, тому після віднімання напруги завади виявляються рівними нулю. В реальних умовах завади подавляються не повністю, це обумовлено невеликою ліній та навантажень

Для мінімізації чутливості лінії передачі до електромагнітного наведення використовується вита пара проводів. Токи, що наводяться в сусідніх витках внаслідок явищ електромагнітної індукції, за "правилом буравчика" виявляються спрямованими один до одного і взаємно компенсуються. Ступінь компенсації визначається якістю виготовлення кабелю та кількістю витків на одиницю довжини.

До переваг інтерфейсу RS-485 можна віднести:

- Хороша стійкість.
- Велика дальність зв'язку.
- Однополярне живлення +5 В.
- Проста реалізація драйверів.

- Можливість широкомовної передачі.
- Багатоточковість з'єднання.

До недоліків інтерфейсу можна віднести:

- Велике споживання енергії.
- Відсутність сервісних сигналів.
- Можливість виникнення колізій.

RS-232. В даному інтерфейсі обмін даними між двома пристроями (з'єднання точка до точки) реалізується в дуплексному режимі на відстань до 15м. У найпростішій конфігурації інтерфейсу потрібні три дроти - TxD (передані дані), RxD (прийняті дані) і GND (загальний сигнальний провід). Інтерфейси пристроїв можуть бути спроектовані як обладнання для передачі даних (DCE) або як закінчене обладнання обробки даних (DTE). Розпізнавальною ознакою є різний напрям передачі на лініях при однаковому позначенні і призначенні виводів. Таке рішення дозволяє реалізувати простий прямий зв'язок між двома пристроями. При з'єднанні однотипних пристроїв всі з'єднувальні лінії необхідно перехрещувати.

Рівні сигналів обох ліній передачі даних визначені в такий спосіб:

- від -3 до -15 для логічного значення «1»
- від +3 до +15 для логічного значення «0»

На лініях передачі керуючих і сповіщальних сигналів логіка роботи, навпаки, інвертована (лог."1" – позитивний потенціал). Максимальна швидкість передачі даних становить 115,2 кбіт/с. У промислових умовах дистанцію передачі в такому випадку рекомендується зменшити до 5 м.

До переваг стандарту RS-232 можна віднести:

- повна апаратна реалізація;
- програмна незалежність;
- доступність в управлінні зі всіх рівнів;
- дуплексна передача;
- розвинена система сервісних сигналів;

- розвинена система налаштувань: швидкості, режимів, паритету;
- універсальність застосування.

До недоліків можна віднести:

- недостатня швидкість обміну;
- недостатня потужність, для харчування периферії від роз'єму;
- неможливість гарячого відключення / підключення;
- відсутність можливості багато точкового з'єднання;
- невелику відстань зв'язку.

RS-422. Послідовний диференційний інтерфейс RS-422 за своїми особливостями є схожим на інтерфейс передачі даних в мережі - RS-485. Вони можуть електрично поєднуватися між собою, але все ж є ряд істотних відмінностей. По-перше, RS-422 є повністю дуплексним інтерфейсом (full duplex), тому передача даних може одночасно здійснювати в обох напрямках.

Максимальна дальність дії інтерфейсу RS-422 така сама, як і у RS-485, і становить 1200 метрів. Дуплексність забезпечується за рахунок того, що використовується одночасно два приймачі, один з яких працює на прийом, інший - на передачу. До кожного передавача RS-422 можливе підключення до 10 приймачів. Максимальна швидкість передачі даних досягає 10 Мбіт/секунду. На найбільшій віддаленості від передавача швидкість може становити 10 кбіт/с. В якості провідників використовується вита пара. Для організації передачі даних на дистанції понад 500 метрів рекомендується використовувати екрановану виту пару, щоб уникнути впливу сторонніх електромагнітних полів. Передача даних здійснюється за допомогою вимірювання диференціальної напруги між двома проводами виті пари. Обидва дроти симетричні по напрузі відносно землі. Робочі напруги: від -10 В до +10 В. Як правило використовуються номінальні значення +6 ... + 8 В.

До переваг RS-422 можна віднести:

- Висока завадостійкість;

- Велика дальність зв'язку (1200м);
- Повністю дуплексний інтерфейс;
- Можливість широкомовної передачі;
- Багато точковість з'єднання;

До недоліків RS-422 можна віднести:

- Підтримує створення тільки одно мастрних мереж;
- Підключення до 10 приймачів

Таблиця 4.1

Загальні характеристики інтерфейсів RS-232, RS-422 та RS-485

Параметр	RS-232	RS-422	RS-485
Спосіб передачі сигналу	Однофазний	Диференційний	Диференційний
Максимальна кількість приймачів	1	10	32
Максимальна довжина кабелю	15 м	1200 м	1200 м
Максимальна швидкість передачі	460 кбіт/с	10 Мбіт/с	30 Мбіт/с
Синфазна напруга на виході	± 25 В	-0,25...+6 В	-7...+12 В
Напруга в лінії під навантаженням	$\pm 5 \dots \pm 15$ В	± 2 В	$\pm 1,5$ В
Імпеданс навантаження	3...7 кОм	100Ом	54Ом
Струм витоку в "третьому" стані	-	-	± 100 мкА
Припустимий діапазон сигналів на виході приймача	± 15 В	± 10 мВ	-7...+12 В
Чутливість приймача	± 3 В	± 200 мВ	± 200 мВ
Вихідний опір приймача	3...7 кОм	4 кОм	≥ 12 кОм

CAN. Інтерфейс CAN, за рахунок логічного протоколу, має високу завадостійкість і надійність, практично виключає вірогідність появи помилки при передачі. CAN призначений для організації високонадійних каналів зв'язку в розподілених системах управління. Даний інтерфейс дозволяє будувати мережі, що підтримують реальний масштаб часу.

Основні переваги цього інтерфейсу:

- висока стійкість до перешкод;

- арбітраж доступу до мережі без втрат пропускнуої здатності;
- надійний контроль помилок прийому і передачі;
- можливість роботи в режимі реального часу.

Недоліком є великий розмір службових даних в пакеті і відсутність єдиного загальноприйнятого стандарту на протокол високого рівня. Цей інтерфейс широко застосовується в промисловості, енергетиці та на транспорті.

4.5.2 CAN-інтерфейс

CAN (Controller Area Network) являє собою комплекс стандартів для побудови розподілених промислових мереж, який використовує послідовну передачу даних в реальному часі з дуже високим ступенем надійності і захищеності.

CAN характеризується наступними основними властивостями:

- кожному повідомленню (а не пристрою) встановлюється свій пріоритет;
- гарантована величина паузи між двома тактами обміну;
- гнучкість конфігурації і можливість модернізації системи;
- широкомовний прийом повідомлень з синхронізацією часу;
- несуперечність даних на рівні всієї системи;
- можливість реалізації «багато мастерної мережі»;
- здатність до виявлення помилок і сигналізації про їх наявності;
- автоматичний повтор передачі повідомлень, доставлених з помилкою, відразу, як тільки мережа стане вільною;
- автоматичне розрізнення збоїв і відмов з можливістю автоматичного відключення модулів.

Для обміну інформацією CAN використовує загальну середовище передачі даних. Іншими словами – всі вузли мережі одночасно приймають сигнали, що передаються по шині. Таким чином послати повідомлення до будь-

якого конкретного вузла неможливо. Однак, CAN-контролери надають апаратну можливість фільтрації CAN-повідомлень.

Кожен вузол складається з двох складових. Це власне CAN контролер, який забезпечує взаємодію з мережею і реалізує протокол, і мікропроцесор (CPU).

CAN контролери з'єднуються за допомогою диференціальної шини, яка має дві лінії – CAN_H (can-high) і CAN_L (can-low), по яких передаються сигнали. Логічний нуль реєструється, коли на лінії CAN_H сигнал вище, ніж на лінії CAN_L. Логічна одиниця – в разі коли сигнали CAN_H і CAN_L однакові (відрізняються менш ніж на 0.5 В). Використання такої диференціальної схеми передачі робить можливим роботу CAN мережі в дуже складних зовнішніх умовах. Логічний нуль – називається домінантним бітом, а логічна одиниця – рецесивним. При одночасній передачі в шину логічного нуля і одиниці, на шині буде зареєстрований тільки логічний нуль, а логічна одиниця буде подавлена.

CAN використовує відносно короткі повідомлення – максимальна довжина інформаційного поля становить 94 біта. У повідомленнях відсутня явна адреса, їх можна назвати контентно-адресованими: вміст повідомлення імпліцитно (неявним чином) визначає адресата. У CAN існують чотири типи повідомлень:

- кадр даних (Data Frame) – переносить дані від передавача до приймача;
- видалений кадр (Remote Frame) – передається одним з пристроїв для того, щоб отримати від іншого пристрою дані в форматі DATA FRAME з тим же ідентифікатором, що і в REMOTE FRAME;
- кадр помилки (Error Frame) – передається будь-яким пристроєм, який виявив помилку на шині;
- кадр перевантаження (Overload Frame) – використовується для запиту додаткової затримки між попередніми та наступними даними.

Повідомлення передаються в виді кадру, а дані оформляються в певну структуру

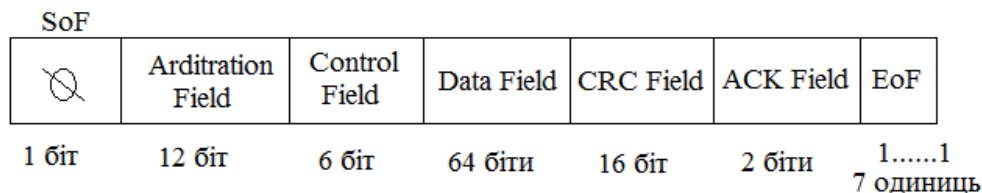


Рис. 4.12 Структура кадру CAN – протоколу

SoF – синхронізація приймача з передавачем

Arbitration Filed – містить числовий ідентифікатор

Control Filed – керуюче поле яке містить інформацію про кількість даних яку хочемо передати в байтах

Data Filed – поле даних

CRC Filed – поле контрольної суми зберігає 15 розрядний CRC код дозволяючий приймачу визначать помилку

ACK Filed – поле підтвердження правильності прийому

EoF – кінець кадра

Доступ до середовища передачі даних – реалізує доступ типу CR (розрішення колізії), забезпечує 77е термінування і пріоритетний доступ. Канал може занять любий передатчик, якщо канал вільний оскільки 2 і більше передатчики передають дані виникає колізія. Для вирішення колізії використовують Arbitration, 0 – повідомлення буде мати вищий пріоритет, а 2047 – повідомлення нижчий пріоритет .

Ідентифікація і адресація повідомлень – не використовує адресацію, як у других вузлів, а використовує адресацію повідомлень роблячи CAN–протокол більш гнучким і функціональним. Для адресації повідомлень використовують Arbitration. CAN – протокол має набір локальних фільтрів за допомогою, яких можемо налаштувати реагування вузла на повідомлення або ігнорувати.

Контроль помилок – CAN володіє розвиненою системою виявлення помилок з кодовою відстанню $d = 6$ і загальною ймовірністю не виявлення помилок $4,7 * 10^{-11}$.

Механізм обмеження помилок CAN – протоколу : Оснащений 2 лічильниками помилок один для передатчика інший для приймача. Кожний раз

коли буде відбувається помилка передачі лічильник передавача збільшується на 8, а лічильник приймача на 1. Коли вміст любого з лічильників буде більший 127 тоді CAN контролер перейде в стан Passive Error він не буде приймати дані, але він передає 6 рецесивних біт, коли вміст лічильника буде більший 255 вузол перейде в режим Bus Off.

До переваг CAN-інтерфейсу можна віднести:

- Можливість роботи в режимі реального часу.
- Простота реалізації і мінімальні витрати на використання.
- Висока стійкість до завад.
- Арбітраж доступу до мережі без втрат пропускнуої здатності.
- Надійний контроль помилок передачі і прийому.
- Широкий діапазон швидкостей роботи.
- Велике поширення технології, наявність широкого асортименту

продуктів від різних постачальників.

До недоліків можна віднести:

- Невелика кількість даних, яку можна передати в одному пакеті (до 8 байт).
- Великий розмір службових даних в пакеті (по відношенню до корисних даних).

Розглянувши і порівнявши існуючі інтерфейси для передачі даних, було вирішено використовувати CAN-інтерфейс для сполучення структурних блоків пристрою, так як він відповідає необхідним параметрам надійності.[20]

4.6 Висновки до четвертого розділу

1. Контролер вершини гірки виконує наступні функції: підрахунку осей у відчепі, визначення типу вагону та підрахунок вагонів, фіксація факту відчепу, передача отриманої інформації до обчислюючого комплексу.

2. Важливими елементами контролера вершини гірки є точкові коліні датчики. В результаті аналізу існуючих датчиків для побудови мікропроцесорної ГАЦ був обраний датчик ДПД-01 виробництва ДСКТБ СКАТ

(м. Київ). Такий датчик формує двох полярний вихідний сигнал та дозволяю визначати місцезнаходження кожної осі відчепу з великою точністю.

3. Для визначення типу вагону запропоновано використовувати алгоритм, який враховує симетричне розташування колісних пар у вагоні та певні закономірності міжосьових відстаней. Для визначення міжосьових відстаней використовується таймер.

4. Контролер вершині гірки побудований на базі мікроконтролера PIC18F2682. До складу розроблено контролера також входять перетворювачі рівнів вихідних сигналів датчиків, схеми стабілізації тактової частоти та напуги живлення мікроконтролера, а також CAN-трансивер.

5. Для ув'язки всіх складових частин мікропроцесорної ГАЦ між собою запропоновано використовувати CAN-шину, яка забезпечує високу завадо захищеність та достовірність даних.

ВИСНОВКИ

Продуктивність сортувальної гірки багато в чому залежить від надійної та ефективної роботи систем гіркової автоматики. На сьогоднішній день на сортувальних гірках в Україні застосовуються релейні системи гіркової автоматичної централізації БГАЦ та ГАЦ-КР, які забезпечують високий рівень надійності та безпеки руху, проте мають істотні недоліки. Проведений аналіз показує, що в різних країнах світу достатньо широко використовуються мікропроцесорні системи гіркової автоматики.

У зв'язку із цим актуальною є задача розробки сучасних українських мікропроцесорних засобів автоматизації роботи сортувальної гірки. В рамках даної роботи була розроблена структурна схема та алгоритм роботи мікропроцесорної гіркової автоматичної централізації ГАЦ-МД. В якості прикладу була розглянута сортувальна гірка станції Нижнєдніпровськ-Вузол.

Управляючий обчислювальний комплекс був представлений у вигляді структурної схеми, та був створений алгоритм, який пояснює її роботу в різних режимах при слідуванні відчепу по гірці. Важливими частинами мікропроцесорної системи гіркової автоматичної централізації є об'єктні контролери: контролери рейкових кіл та стрілок. В рамках даної роботи розроблені структурні та принципові схеми, а також алгоритми роботи таких контролерів.

Розроблений контролер рейкових кіл дозволяє опитувати 29 колійних реле. Для забезпечення функціональної безпеки використовуються імпульсні тестові сигнали в контрольних колах колійних реле. У випадку будь-яких відмов порушується імпульсний режим опитування, що фіксується контролером.

Розроблений контролер стрілки виконує наступні функції: комутація напруги живлення на обмотку збудження стрілочного двигуна, контроль положення стрілки, автоматичне повернення стрілки. Для забезпечення високої надійності застосовується двох канална структура контролера та включення

елементів комутації за схемою «Логічне множення». Опитування контактів автоперемикача виконується в імпульсному режимі.

Розроблений контролер вершини гірки виконує наступні функції: підрахунку осей у відчепі, визначення типу вагону та підрахунок вагонів, фіксація факту відчепу, передача отриманої інформації до обчислюючого комплексу. Важливими елементами контролера вершини гірки є точкові колійні датчики. Для визначення типу вагону запропоновано використовувати алгоритм, який враховує симетричне розташування колісних пар у вагоні та певні закономірності міжосьових відстаней. Для визначення міжосьових відстаней використовується таймер. Контролер вершини гірки побудований на базі мікроконтролера PIC18F2682. До складу розроблено контролера також входять перетворювачі рівнів вихідних сигналів датчиків, схеми стабілізації тактової частоти та напруги живлення мікроконтролера, а також CAN-трансивер.

Для ув'язки всіх складових частин мікропроцесорної ГАЦ між собою запропоновано використовувати CAN-шину, яка забезпечує високу завадо захищеність та достовірність даних.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Системы автоматики и телемеханики на железных дорогах мира [Текст] монография /Э. Андерс, Т. Берт, В. Иванченко, А. Лыков и тд., 2009. – 480 с.
2. Станционные системы автоматики и телемеханики: Учеб. для вузов ж. – д. трансп. / Вл.В Сапожников, Б. Н. Елкин, И.М. Кокурин и др.; Под ред. Вл.В Сапожникова. – М.: Транспорт, 2000. – 432с.
3. Шелухин В. И. Автоматизация и механизация сортировочных горок; Учебник для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта. – М.: Маршрут, 2005. — 240 с.
4. Казаков А. А., Бубнов В. Д., Казаков Е. А. Станционные устройства автоматики и телемеханики: учебник для техникумов ж.-д. трансп. – М.: Транспорт, 1990. – с.
5. Презентация на тему: Продукция TS RA D 8 Системы для сортировочных станций MSR 32 Электронный ресурс, – Режим доступа: <http://www.myshared.ru/slide/700073/>
6. Р.Ш. Валиев Изучение и исследование блочной горочной автоматической централизации
7. Москатов Е. А. Справочник по полупроводниковым приборам. – Таганрог ,2005. – 219 с.
8. Электронный ресурс, – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/2893382/>
9. Электронный ресурс, – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/2893382/page:2/>
10. Электронный ресурс, – Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/5412947/>
11. Сагайтис В.С., Соколов В.Н. Устройства механизированных и автоматизированных сортировочных горок. – М.: Транспорт, 1988.–209 с.
12. Бухгольц В. П. Путевые датчики автоматического контроля на рельсовом транспорте. – М.-Л.: Энергия, 1965. – 80 с.